Aus dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Heinz Weichardt

Die Wirkung von Kaltwasser auf das Vegetativum des Menschen bei gleichzeitiger körperlicher Belastung

Eine experimentelle Studie zur Beurteilung der Naßarbeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Gertrud Häußer, geb. Einsele
aus Tübingen

1974

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546514_0081

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. Heinz Weichardt

Die Wirkung von Kaltwasser auf das Vegetativum des Menschen bei gleichzeitiger körperlicher Belastung

Eine experimentelle Studie zur Beurteilung der Naßarbeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Gertrud Häußer, geb. Einsele
aus Tübingen

1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. W. Höfler

Berichterstatter: Professor Dr. H. Weichardt

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinem Mann

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. H. Weichardt für die Überlassung des Themas zur vorliegenden Arbeit sowie für seinen wohlwollenden Rat und die freundliche Unterstützung bei ihrer Abfassung.

Weiterhin danke ich Frau Dr. med. I. Elster für die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Experimente.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

Seite:

I. PROBLEMSTELLUNG 1

II. ARBEITSHYPOTHESE 5

III. GRUNDSÄTZLICHES 6

a) Physiologische und pathophysiologische Reaktionen des Organismus auf Kaltwasser-Reize 6

b) Die Temperaturregulation 8

c) Gesundheitliche Schäden als Folge eines störenden Einflusses auf das Vegetativum 11

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN 13

a) Methodik 13

1. Versuchspersonen 13

2. Leerversuch 14

3. Hauptversuch 14

4. Meßmethoden 15

5. Untersuchte Parameter 15

b) Auswertung der Untersuchungsergebnisse 16

Tabelle I (zahlenmäßige Zusammenfassung sämtlicher Ausgangs-Zwischen- und Endwerte)

Tabelle II (graphische Darstellung der durchschnittlichen Differenzen)

Tabelle III (Übersicht über sämtliche Zwischen- und Endergebnisse)

V. DISKUSSION 58

VI. ZUSAMMENFASSUNG 63

LITERATURVERZEICHNIS 65

I. PROBLEMSTELLUNG

Alle Vorgänge unseres Lebens haben mehr oder weniger Einfluß auf unsere Gesundheit. Soweit es sich aber um Vorgänge während der Arbeitstätigkeit handelt, berühren sie die Arbeitsmedizin. In diesem Sinn soll in dieser experimentellen Studie untersucht werden, ob und inwieweit sich Funktionen des vegetativen Nervensystems (VNS) unter Einwirkung von kaltem Wasser verändern, wenn dieses als zusätzliche Belastung zur körperlichen Arbeit in Erscheinung tritt.
Die Aufgabe der Arbeitsmedizin besteht in Aufdeckung der Ätiologie und in Prävention durch die Arbeitswelt bedingter Krankheiten, deshalb interessiert hier weniger die organische Manifestation der Erkrankung als der Beginn der Gesundheitsstörung.

Unmittelbar betroffen von Kaltwasser-Einwirkung am Arbeitsplatz sind Menschen in Naßberufen; darunter sind solche Berufe zu verstehen, bei denen die Kaltwasser-Einwirkung ständig oder häufig stattfindet. Daneben gibt es Naßarbeiten, bei denen sich die Berührung mit kaltem Wasser auf nur einzelne Arbeitsvorgänge beschränkt.

Kaltwasser als Begriff ist weit zu fassen. Primär wird Wasser vom Menschen bereits als kalt empfunden, wenn seine Temperatur einige Grade Celsius unter der umgebenden Raumtemperatur liegt; Luftbewegung verstärkt dieses Empfinden. Als besonders kalt, etwa im Sinne kalter Dauerumschläge werden durchnäßte Arbeitskleider empfunden.

Die Wirkung von Kaltwasser hängt von der Oberfläche des berührten menschlichen Körpers wie auch von der Dauer des Kaltwasser-Einflusses ab. Individuelle Unterschiede sind groß. Sehr empfindlich reagieren Hände und Füsse, wobei die Einwirkung auf die Hände am häufigsten ist und sich am wenigsten vermeiden läßt.

Nach der Erfahrung hat man sich in den Naßbetrieben längst um Vorkehrungen gegen zu erwartende Kaltwasser-Einwirkung bemüht. Es wird Schutzkleidung zur Verfügung gestellt und ihr Tragen überwacht.

Die technische Entwicklung hat zur Umgestaltung von Arbeitsplätzen geführt, An die Stelle der Pickel- und Schaufelarbeiten in aufgeweichtem Boden und womöglich auch noch im Regen ist der Arbeitsplatz der Kran-, Bagger- und Planierraupenführer in geschlossenen Glaskabinen getreten, der in gewissen Grenzen auch noch ein Weiterarbeiten an Tagen mit Dauerschlechtwetter ermöglicht. - Andere Berufstätige in Naßberufen, vor allem aber Freilandberufe müssen bei schwerem oder beständig schlechtem Wetter allerdings mit der Arbeit aussetzen oder Arbeitspausen einlegen. Ein bloßes Aussetzen (vorzugsweise in Bau- und Forstunterkünften: Buden) bzw. Heimfahrt vom Feld bedeutet freilich in der Regel keine sofortige Beendigung von Kaltwassereinfluß. Die Arbeitnehmer gehen nicht bei den ersten Tropfen in den Unterstand, auch nicht soweit ein Schlechtwettergeld vorgesehen ist.

Die chemische Industrie, die Zucker- und Papierfabriken bemühen sich um möglichst geschlossene Prozeß- und Apparaturgestaltung. Einige Zweige haben diesen Idealzustand nur auf Teile des Prozesses beschränken können (in der Zuckerindustrie bleiben beispielsweise Rübenannahme und -wäsche ein Planschbezirk). Gleichmäßige Produktionen in grossen Mengen fördern die menschenfreundliche Gestaltung gewerblicher Abläufe, sind aber durch einzelne Faktoren begrenzt. In der Galvanik z.B. wird der Durchsatz kleiner Massenteile mechanisiert und weitgehend von Menschen abgeschirmt. Bei Großstücken und bei den stark wechselnden Stücken von Lohnarbeit geht das nicht. Hier handhaben und spülen Menschen.

Bei kleinen Metallbauten sucht man sich schönes Wetter aus, bei Großvorhaben, zum Beispiel Brücken oder termingebundenen Stadien u.ä. müssen die Menschen der Witterung ausgesetzt werden.

Wasser ist in diesem Zusammenhang nicht nur leeres Wasser, sondern auch jede kalte Lösung, Aufschlämmung oder Anteigung in/oder mit Wasser, wenn sie nur mit dem Menschen in Berührung kommt. Nicht außer Betracht bleiben soll auch die Verwendung kalten Wassers durch Berufstätige zum Abwaschen und Abspülen einschließlich der Gerätereinigung gerade nach Arbeiten mit oder an wässrigen Schlämmen, Teigen und Lösungen.

Die nachfolgende Aufzählung von Naßberufen und Naßarbeiten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, bietet aber wesentliche Beispiele.

Naßberufe:

Witterungsbedingt: Die Freiluftberufe, also Land-, Forst- und Teichwirtschaft, Straßen- und Tiefbau, im Hochbau die Rohbautätigkeiten einschließlich Gerüstbau, Dachdeckerei und Bauklempnerei.
Steinbruchindustrie, Kiesgewinnung und -aufarbeitung, Binnenschiffahrt; Kaminfegerhandwerk, Straßen- und Anlagepflege.

Sachbedingt: Fischerei, Seefahrt (Deckpersonal), Wasserbau, Taucher- und Kanalarbeiten, Bergbau (unter Tage in nassen Gruben, über Tag bei Naßaufbereitung des geförderten Gutes), Glas- und Gebäudereinigerhandwerk, Glasschleiferei, Schmuck- und Nutzsteinschleiferei, Wäscherei, Färberbei, Textilausrüstung, Gerberei.

Naßarbeiten bei:

Hauswirtschaft, Gastwirtschaft, Malerhandwerk und Bauten-

schutzgewerbe (soweit wie es in steigendem Maße geschieht, Medien in wässriger Lösung oder Emulgierung verarbeitet werden), Gas- und Wasserinstallateur-Handwerk, Getränkeleitungsreinigung, Molkereien, Zuckerfabriken, Papierfabriken.

Bäcker, Fleischer und Weinküferhandwerk, Galvanik, chemische Industrie, Chemie- Foto- und Klischee-Laboratorien mit ihren besonders zahlreichen Wasch-, Auswasch- und Spülarbeiten unter Verwendung von Kaltwasser;

Holzbiegerei, Flachs- und Korbweidenverarbeitung; Stahl- und Leichtmetallbau;

Kessel- und Metallbehälterbau sowie Faßküferei mit ihren Reinigungs- und Prüfarbeiten (Abdrücken) unter Verwendung großer Mengen von Kaltwasser.

II. ARBEITSHYPOTHESE

Es wird davon ausgegangen, daß der Umgang mit kaltem Wasser am Arbeitsplatz zu Erkrankungen führen kann.

Der Begriff "Gesundheit", der nach der Formulierung durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) als ein Zustand körperlichen, seelisch-geistigen und sozialen Wohlbefindens zu verstehen ist, hat also schon keine Gültigkeit mehr, wenn unter der Einwirkung von kaltem Wasser ein Zustand des "Nichtwohlbefindens" eintritt. Dieser Zustand muß mit dem Krankheitsbeginn gleichgesetzt werden. Wir nehmen an, daß er durch ein vermindertes Adaptationsvermögen des Organismus an seine Umgebung hervorgerufen wird und sich mit biochemischen, metabolischen und endokrinen Abweichungen präsentiert. Auf die Ausführung unter III c darf hier verwiesen werden.

Es soll untersucht werden, ob in diesem Sinne deutbare Veränderungen unter Arbeitsbelastung bei gleichzeitigem, zusätzlichem Kaltwasser-Einfluß auftreten.

Vorausgehen soll jedoch zunächst eine grundsätzliche Betrachtung.

a) Der physiologischen und pathophysiologischen Reaktionen des Organismus auf Kaltwasser-Reize.

b) Der Temperaturregulation und

c) der gesundheitlichen Schäden als Folge eines störenden Einflusses auf das Vegetativum.

III. GRUNDSÄTZLICHES

a) Physiologische und pathophysiologische Reaktionen des Organismus auf Kaltwasser-Reize

Kaltes Wasser ist ein bereits seit langem bekanntes und bewährtes Element der medizinischen Prophylaxe und Therapie (Hydrotherapie). Seine Hauptwirkung beruht auf einer Anregung von Atmung und Kreislauf (18) und auf einer Förderung des venösen Rückflusses. Diese heilsame Wirkung ist bekanntlich an enge Temperaturgrenzen gebunden. Werden diese unterschritten, so ist kaltes Wasser je nach Einwirkungsdauer und der betroffenen Oberfläche ein außerordentlich starker und schnell wirkender Unterkühlungsfaktor. Im Verlauf einer solchen Unterkühlung ändern die einzelnen Systeme und Regionen des Organismus ihren Funktionszustand. Bei der Berührung der Haut mit kaltem Wasser kommt es zu einer Erregung der Drüsenapparate, Hautgefäße, Thermo- und Schmerzrezeptoren (15). Die letzteren rufen eine Kälteempfindung hervor, die von der Endstrombahn mit reaktiver Ischämie bzw. mit geringer peristatischer Hyperämie beantwortet wird. Es entstehen Acrocyanose, Cutis marmorata, Erythrocyanose und mitunter "Gänsehaut". Handelt es sich bei den Betroffenen um disponierte Menschen, so bleibt es nicht bei diesen Reaktionen, sondern es können Pruritus, Urticaria, Prurigo und Dermatitis (e frigore) hervorgerufen werden (8).

Längere Berührung mit kaltem Wasser ist mit einer Wärmeabgabe verbunden, die zum Teil auf Wärmeleitung beruht (21, 3). Zur Kompensation dieses Wärmeverlustes setzen am Körper unwillkürliche Zitterbewegungen ein, bei denen chemische Wärme frei wird, die im Ausmaß einer mittelschweren Muskelarbeit vergleichbar ist (17). Die Muskeldurchblutung nimmt dabei zu, während die zirkulierende Blutmenge abnimmt und gleichzeitig Blutserum in das Interstitium abwandert (12, 18). Dabei schwanken die Ionenkonzentrationen von Natrium, Chlor, Kalium und Calcium nur geringgradig (18). Bei dieser Neuverteilung des Blutes ändert jedoch das gesamte Herz- und Kreislaufsystem seine Reaktionslage. Es wird aktiviert. Als Folge

steigen der systolische und der diastolische Blutdruck an; der diastolische etwas geringer, so daß insgesamt eine Vergrößerung der Amplitude resultiert. Außerdem steigt der Sauerstoffverbrauch (1). Eine genauere Analyse dieser Kaltwassereinwirkung auf Herz- und Kreislaufsystem und auf den Stoffwechsel haben GROSSE-BROCKHOFF F. und W. SCHÖDEL (13) erbracht.

Sie unterkühlten Hunde in Wasserbädern von 6 - 8 °C und verfolgten die Reaktionen im Organismus der Tiere durch Messung von Blutdruck, Pulsfrequenz, Durchblutung im Herz-Kreislaufsystem, Energiestoffwechsel, CO_2-Spannung des Alveolarvolumens und dem Sauerstoffverbrauch. Diese Reaktionen verliefen in vier gut voneinander trennbaren Phasen (12, 13, 24). In der sogenannten Vorperiode waren Veränderungen noch nicht meßbar, während in den folgenden Phasen I und II die Meßwerte deutlich im Sinne einer Erregung anstiegen, um in der Phase III wieder abzufallen, bis sie mit dem Exitus letalis endete. Außerdem konnte durch die Analyse der Todesursachen gezeigt werden, daß zwischen kurzfristiger Unterkühlung einerseits und langdauernder andererseits unterschieden werden muß. Im ersten Fall wird der Tod durch Lähmungserscheinungen der medullären Zentren infolge hochgradiger Störung der Erregungsbildung und -ausbreitung im Herzen verursacht. Im zweiten Fall erfolgt der Tod durch Muskelermüdung und Kreislaufversagen (17).

Der erregenden Wirkung kalten Wassers auf den Energiestoffwechsel entsprechend kommt es auch im Bereich des Kohlenhydratstoffwechsels zu einer Aktivierung in Form einer Hyperglykämie (6, 13). Der Mechanismus beruht auf einer erhöhten Adrenalinfreisetzung, die zur vermehrten Glykolyse (7) in Leber und Muskulatur (12) führt. Als direkte Folge dieser Verstärkung der Verbrennungsvorgänge kommt es auch zu einer Veränderung im Säure-Basen-Haushalt mit vermehrter CO_2-Bildung und demgemäß pH-Verschiebung in den sauren Bereich (18). Die beschriebenen Reaktionen auf Kältereiz können in einem kalten Vollbad und in einem kalten Teilbad

prinzipiell gleich sein, doch beschränkt sich die Anpassung bei auf die Extremitäten isolierten Kältereizen vornehmlich auf eine periphere Vasokonstriktion (21) ohne Aktivierung des Hypophysenvorderlappens und somit ohne daraus resultierende chemische Wärmebildung.(vgl. Hauttemperatur unter III b), so daß die oben erwähnten Veränderungen entweder gar nicht oder nur in beschränktem Umfang eintreten.

b) Die Temperaturregulation

Bei einem normal gekleideten Menschen und bei einer Lufttemperatur von 22°C schwanken die Hauttemperaturwerte an den bedeckten und unbedeckten Körperpartien zwischen 34 und 35°C. Unter gleichen Bedingungen liegen diese Werte beim unbekleideten Menschen um 32 - 33°C. Die Hauttemperatur nimmt von cranial nach caudal ab. Mit ca.35°C wird an der Stirn die höchste Temperatur gemessen, die niedrigste mit ca. 19°C an den Füssen. Über Knochen und Sehnen sind die Werte am niedrigsten (14, 15).

Wesentlich für die Höhe der Hauttemperatur ist auch die Schichtdicke des Unterhautfettgewebes. So haben adipöse Menschen, da Fettpolster gut isolieren, um 2 bis 3°C niedrigere Hauttemperaturen als magere (15, 16). In diesem Zusammenhang sei auch bemerkt, daß eine übermäßig fette oder eine mit Fettcreme versehene Haut die Wärme nicht so leicht abgibt wie eine trockene Altershaut (15, 16).

Außer diesem Temperaturgefälle von der Stirn bis zu den Zehen besteht ferner eine Temperaturabnahme vom Körperinneren nach außen, am Stamm und an den Extremitäten. Die höchsten Werte werden in 8 mm Tiefe unter der Hautoberfläche gemessen (10, 15). An den symmetrischen Hautstellen lassen sich die gleichen Werte ermitteln.

Wie die Rectaltemperatur (dieser entspricht die Sublingualtemperatur) schwankt auch die Hauttemperatur in einem 24-

Stunden-Rhythmus mit höchsten Werten zwischen 18 und 24 Uhr (4, 14). Die größte Amplitude wird dabei am Thorax mit $2^{o}C$ gemessen (14). Kleinere Temperaturschwankungen treten im allgemeinen auch nach den Mahlzeiten auf (4).

Da es die Aufgabe der Haut ist, die Temperatur im Körperkern konstant zu erhalten, um eine gleichmäßige physiologische Funktion der Organe zu gewährleisten, muß bei plötzlichen Temperaturveränderungen eine sehr schnelle Anpassung möglich sein. Diese erfolgt dadurch, daß die Hautgefäße enger oder weiter gestellt werden. Daß dieser Effekt so schnell eintreten kann, beruht auf der Tatsache, daß nicht nur die Arteriolen der Haut die Fähigkeit zur aktiven Kontraktion besitzen, sondern auch die Gefäße der arteriellen und venösen Hautnetze, sowie die mittelgroßen Hautvenen (10). Nun haben Hauttemperaturmessungen gezeigt, daß Hände und Füße im Gegensatz zu anderen Körperpartien ständig großen Temperaturschwankungen unterliegen (15). Somit sind Hände und Füße die eigentlichen Orte des Temperaturausgleichs (2, 11). Die relativ große Oberfläche von Fingern und Zehen hat besondere Bedeutung für den direkten und raschen Temperausgleich (10). Dabei kann sich die Fingerdurchblutung bis zum Verhältnis 1:1 000 verändern, wogegen die übrige Körperschale mit ihrer Durchblutungsänderung von 1:6 weniger zum Wärmeausgleich beiträgt (2).

Damit nun der Organismus aus Schwankungen der Außentemperatur mit geeigneten Regulationsmechanismen antworten kann, werden die Wärme- und Kälteempfindungen von Thermorezeptoren in in Haut und Schleimhäuten zum Hypothalamus weitergeleitet. Dort werden diese Informationen ausgewertet und in eine periphere Reizbeantwortung umgeschaltet. Erfährt der Körper einen Kältereiz, so kontrahieren sich sofort sämtliche Gefäße, sodaß es zur Abnahme der Wärmeleitung und-strahlung kommt. Dieser Vorgang wird begleitet von einer verminderten Schweißsekretion der Haut und einer verminderten Wasserverdunstung über die Atemwege (21).

Gleichzeitig erfolgt ein interner Wärmeaustausch zwischen den großen Arterien und ihren Begleitvenen. Das in der Körperperipherie stark abgekühlte venöse Blut entzieht dem vom Körperkern kommenden arteriellen Blut konvektiv Wärme und führt diese dann wieder dem Körperkern zu (2, 11). Dieser Wärmeaustausch wird umso intensiver, je länger der Blutstrom fließt (2).

Beschränkt sich der Kältereiz auf die Extremitäten, so erfolgt die Temperaturregulation im sogenannten physikalischen Bereich, denn dann genügt zur Anpassung in der Regel eine periphere Vasokonstriktion: der periphere Reflex des Hypothalamus (21). In diesem physikalischen Bereich kann es zu verschiedenen Formen der Kompensation kommen. So spricht man von einer vollen Kompensation, wenn die Wärmeabgabe nach dem Reiz nicht größer ist als vorher. Wenn aber die Rectaltemperatur absinkt, ohne daß die chemische Temperaturregulation in Gang kommt, so liegt eine unvollkommene Kompensation vor. Eine Überkompensation liegt vor, wenn während des Reizes weniger Wärme abgegeben wird als vorher (3).

Im Gegensatz zur physikalischen setzt die hormonale Temperaturregulation erst unter intensiver Kältereizung ein. Hierbei werden vom Hypophysenvorderlappen verstärkte Impulse an Nebennierenrinde und Nebennierenmark abgegeben, die dort eine gesteigerte Hormonausschüttung auslösen. Das hierbei vermehrt ausgeschüttete Adrenalin bewirkt neben einer regulatorischen Konstriktion der Hautgefäße Anpassungsreaktionen im Herz- und Kreislaufsystem (vgl. III a).

c) Gesundheitliche Schäden als Folge eines störenden Einflusses auf das Vegetativum

Bei der Untersuchung der oben genannten Anpassungsreaktionen des vegetativen Nervensystems auf Kältereize hat sich gezeigt, daß diese in Form von Abwehrreaktionen verlaufen können (21). Diese Abwehrreaktionen werden vom sympathico-adrenergischen System bestimmt und sind gekennzeichnet durch eine Steigerung der Aktivitätsbereitschaft im gesamten animalisch-somatischen Bereich.

Symptome: Steigerung der Herzfrequenz, vermehrte vasomotorische Erregbarkeit, Hemmung der Peristaltik, Förderung des Glycogenabbaues in der Leber, vermehrte Adrenalinausschüttung, Steigerung der Dissimilation im Stoffwechsel und Anregung der Schilddrüsentätigkeit. Nach Beendigung des Kältereizes kommen Gegenregulationsmechanismen in Gang, die durch die trophotrope Wirkung des Parasympathicus ermöglicht werden:
Verminderung der Herzfrequenz, Hemmung der Adrenalinsekretion, Anregung der Darmperistaltik und Steigerung der Assimilation im Stoffwechsel, wodurch die während der Erregung verloren gegangene Energie wieder ersetzt wird.

Diese beiden dynamisch gekoppelten regulativen Systeme ermöglichen es dem Organismus, einerseits eine harmonische funktionelle Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Organen aufrecht zu erhalten und andererseits die Organe und Organsysteme an physikalische, physiko-chemische und psycho-physische Änderungen seiner Biosphäre durch Modifikation seines Funktionsgefüges zu adaptieren (23). Solange sich die bestimmenden exogenen Faktoren hinsichtlich ihrer Qualität, Intensität und Dauer im Normalbereich bewegen, wird der Ausgleich durch einfache Reaktionen bewirkt. Überschreiten diese Faktoren aber den Normalbereich, so antwortet der Organismus mit Modifikation seiner Funktionen und es kommt durch Überforderung der Adaptationsfähigkeit zu Adaptationskrankheiten (18).

Es können sich dabei unter einem dauernden Kältereiz einerseits organische Krankheiten wie Pruritus, Urticaria und Dermatitis e frigore (8) entwickeln, andererseits Herz-Kreislauf-Störungen (13), wie auch Störungen im Energiestoffwechsel (17) und im Elektroythaushalt (18).

Andererseits kann ein dauernder Kältereiz, welcher als unangenehm empfunden wird, zu einer psychischen Überforderung führen und schließlich eine vegetative Dystonie mit gereizter Stimmung, Angst, Müdigkeit und möglicherweise Depression hervorrufen (19).

Bei beruflicher Naßarbeit in der Kälte werden sich organische und psychische Krankheitskomponente am einzelnen Berufstätigen individuell überlagern und sich sogar möglicherweise potenzieren.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Es wurde untersucht, inwieweit Kaltwasser-Einwirkung allein und in Verbindung mit körperlicher Belastung folgende Parameter verändert: Hauttemperatur, Herz-Kreislaufsystem, Blutbild, Gesamteiweiß, Chlor, die Enzyme SGOT, SGPT, LDH und die alkalische Phosphatase.

a) Methodik

1. Versuchspersonen

Die Versuchspersonen setzten sich aus zwölf gesunden Studenten im Alter von 20 bis 26 Jahren zusammen. Sie mußten zunächst durch Ausfüllung eines Fragebogens Auskünfte erteilen, die eine Auswahl eines möglichst vergleichbaren Personengutes sichern sollten. Dieser Fragebogen wird hier wiedergegeben:

1)	ALTER		
2)	GESCHLECHT	männlich weiblich	
3)	TÄTIGKEIT	welche? offener Raum stehend Fahrzeug	geschlossener Raum sitzend
4)	LETZTE MAHLZEIT	überwiegend	Fleisch Gemüse Kohlenhydrate
5)	MEDIKAMENTE	welche?	weshalb?
6)	PHÄNOTYPUS	Breittyp	Schmaltyp
7)	SCHLAFDAUER	letzte 24 Stunden	
8)	ALKOHOLMENGE	letzte 24 Stunden	
9)	SÜSSIGKEITEN	letzte 24 Stunden	
10)	STIMULANTIEN (Kaffee, Tee, Eidran)	letzte 24 Stunden	
11)	ZIVILISATIONSSCHADSTOFFE (Sprays, Reinigungsmittel)	letzte 24 Stunden	
12)	KRANKHEITEN, OPERATIONEN, ALLERGIEN		
13)	FREIZEITBESCHÄFTIGUNG		

Die Versuchspersonen waren dazu angehalten worden, am Tage vor dem Versuch und an den Versuchstagen selbst mindestens 7 Stunden zu schlafen, übermäßigen Alkoholgenuß zu vermeiden und nicht übermäßig zu essen.

2. Leerversuch

Die Versuchspersonen kamen morgens in 3/4 stündigen Abständen nach genau festgelegter Reihenfolge ins Institut und erhielten dann gleich eine einheitliche Mahlzeit, bestehend aus einem Glas Milch oder Kakao nach Wahl und einem leicht mit Butter bestrichenen Brötchen. Nach dem Verzehr entkleideten sie sich bis auf eine kurze Sporthose und begaben sich dann in den Versuchsraum, dessen Temperatur auf 21°C gebracht worden war. Hier hielten sie sich zum Zwecke der Akklimatisation für 30 Minuten in Ruhe auf. Danach begann die Versuchsserie.

Am ersten Tag wurden sämtliche Ausgangswerte der auf S.15 genannten Parameter (Hauttemperatur, Herz-Kreislauf-System, Blutbild, Gesamteiweiß, Fette, Chlor und Enzyme) abgenommen und es wurde nur die Kaltwasser-Wirkung auf den Organismus in Ruhe geprüft. Nach Beendigung dieser Belastung wurden wiederum alle Werte abgenommen. Die Kaltwasser-Belastung am ersten Tag bestand aus einem Fußbad beider Füße in Wasser bei 15°C, Einwirkungsdauer 15 Minuten.

3. Hauptversuch

Im Hauptversuch galten die gleichen Bedingungen wie im Leerversuch: Die Versuchspersonen wurden nach ein bis drei Tagen zum gleichen Zeitpunkt wieder einbestellt und zuvor angewiesen, mindestens sieben Stunden Schlaf einzuhalten, sowie übermäßiges Essen und Alkohol zu meiden. Eine halbe Stunde nach Verabreichung derselben Mahlzeit wie am Tag des Leerversuches und nach entsprechender Akklimatisation wurden wieder die Ausgangswerte bestimmt. Danach

erfolgte jetzt, im Gegensatz zum Leerversuch, eine körperliche Belastung. Diese bestand aus einer fünfminütigen Arbeit am Fahrrad-Ergometer mit 750 kpm. Die Bestimmung der Belastungswerte erfolgte anschließend. Im Anschluß daran wurde das gleiche Kaltwasser-Fußbad angesetzt wie im Leerversuch und sodann die letzte Bestimmung der Werte durchgeführt.

4. Meßmethoden

Die Hauttemperaturen wurden mit 8 Temperaturfühlern (Thermoelementen) an verschiedenen Körperteilen gemessen; zusätzlich noch die Sublingualtemperatur mit einem speziellen Temperaturfühler unter der Zunge. Der Blutdruck wurde mit einem Membranmanometer nach Riva-Rocci immer am gleichen Arm bestimmt. Der Puls wurde palpatorisch an der Arteria radialis gemessen. Die Blutentnahme erfolgte mit den üblichen Einmalspritzen und -kanülen aus der Cubitalvene bzw. mit Einmallanzetten am Ohr. Die Wassertemperatur des Fußbades wurde mittels eines Thermostaten reguliert.

5. Untersuchte Parameter

A. Hauttemperatur

- Stirn
- Oberarm
- Unterarm
- Daumen
- Thorax
- Epigastrium
- Oberschenkel
- Unterschenkel
- Sublingualtemperatur

B. Herz-Kreislauf-System

- Blutdruck systolisch
- Blutdruck diastolisch
- Blutdruck - Amplitude
- Puls

C. Blutbild

Hämoglobin
Hämatokrit
Erythrocyten
Leukocyten
Differentialblutbild: a) stabkernige
b) segmentkernige
c) Lymphocyten
d) Monocyten
e) eosinophile

D. Gesamteiweiß

E. Fette

Cholesterin
ß-Lipoproteide

F. Elektrolyt Chlor

G. Enzyme

SGOT Serum-Glutamat-Oxalat-Transaminase
SGPT Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase
LDH Lactat-Dehydrogenase
Alkalische Phosphatase

b) Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgte mit Hilfe von drei Tabellen:

In Tabelle I (S. 18 ff) wurden die Ausgangs- Zwischen- und Endwerte des Leer- und Hauptversuches zahlenmäßig zusammengefaßt.

Tabelle II (S.25 ff) bringt eine graphische Darstellung der durchschnittlichen Differenzen aus den Ausgangs- Zwischen- und Endwerten des Leer- und Hauptversuches. Die durchschnittlichen Differenzen wurden aus den Einzelwerten der Tabelle I errechnet.

Tabelle III (S. 57 ff) bringt eine Übersicht über sämtliche Zwischen- und Endergebnisse des Leer- und Hauptversuches.

Tabelle I

Zahlenmäßige Zusammenfassung der Ausgangs- Zwischen- und Endwerte des Leer- und Hauptversuches. Untersucht wurden sämtliche unter a.5. (S. 15) aufgeführten Parameter:

A. Hauttemperatur S. 18
B. Herz-Kreislauf-System S. 20
C. Blutbild S. 21
D. Gesamteiweiß S. 23
E. Fette S. 23
F. Elektrolyt Chlor S. 23
G. Enzyme S. 24

Vp (waagrechte Zeile der Tabelle) bedeutet Versuchspersonen. Die Zahlen 1) bis 5) (senkrechte Zeile links in der Tabelle) bedeuten:

1) Leerversuch-Ausgangswert
2) Leerversuch-Wert nach 15 Minuten Kaltwasser-Belastung
3) Hauptversuch-Ausgangswert
4) Hauptversuch-Wert nach 5 Minuten Fahrradergometer-Belastung
5) Hauptversuch-Wert nach 15 Minuten Kaltwasser-Belastung im Anschluß an die Ergometer-Belastung.

Tabelle I

A. HAUTTEMPERATUR

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
	Stirn °C											
1)	32,7	32,4	33,6	31,3	32,0	32,8	33.0	31,0	31,9	28,0	32,8	32,8
2)	33,0	32,8	33,2	33,4	32,8	32,7	33,8	30.8	32,8	28,3	28,6	33,7
3)	31,9	29,7	32,8	33,8	29,4	33,3	33,4	31,8	28,4	33,0	32,4	29,9
4)	30.8	32,7	32,2	33,7	30.4	30.1	34,2	32,8	30.6	33,8	30.2	33,2
5)	31,3	31,9	26,7	33,7	33,0	32,5	33.4	33.0	33.3	33.4	33.6	34.0
	Oberarm °C											
1)	32.0	30.6	30,2	32,2	27,4	30,0	31,5	28,3	29,9	30,5	31,5	26,9
2)	31,3	30,3	31,1	31,2	30,1	28,9	30,7	29,4	38,3	29,7	30,7	30,4
3)	30,1	27,6	30,6	30,2	32,4	30,1	28,1	33,1	26,7	31,1	30,6	31,1
4)	31,6	27,1	31,7	31,7	32,9	27,7	30,2	29,4	28,4	30,4	31,1	30,4
5)	30,8	27,3	32,4	28,1	31,7	29,8	25,2	31.4	29,7	31,0	31,6	30,9
	Unterarm °C											
1)	31,3	32,1	32,3	31,1	32,1	30,7	33,4	32,9	32,9	32,3	31,9	32,8
2)	29,7	31,3	29,5	30,7	31,4	30,6	32,4	31,3	32,0	30,6	31,4	31,7
3)	32,0	33,0	31,5	31,6	32,8	32,2	31,7	35,1	32,4	32,9	32,4	32,6
4)	31,4	32,2	31,8	32,0	32,0	31,6	31,2	32,8	31,9	32,9	32,3	31,8
5)	31,8	31,0	30,8	31,0	30,9	33,0	31,1	31,9	31,9	32,0	32,4	31,7
	Daumen °C											
1)	26,0	33,0	26,5	31,2	27,0	29,0	28,5	25,6	20,0	23.9	31.0	29.9
2)	31,0	32.0	25,8	32,3	28,4	29,0	31,6	29,0	22,3	28,4	30,1	29,9
3)	26,2	32,0	24,8	32,9	24,4	30,4	28,4	26,0	20,7	28,5	31,6	27,8
4)	28,4	30,5	24,5	30,6	29,4	32,3	30,6	29,6	28,4	28,6	31,5	30,6
5)	30,0	32,6	27,6	34,8	32,8	32,7	32,9	33,8	27,2	32,3	33,8	33,1
	Thorax °C											
1)	34,0	33,8	33,6	34,3	29,9	31,7	33,3	33,6	31,4	32,8	33,1	33,4
2)	34,0	34,0	32,8	34,6	33,0	31,1	33,4	33,4	32,3	33,1	33,1	33,4
3)	32,4	32,7	33,2	30,0	33,0	31,3	31,0	33,1	30,6	32,2	33,3	33,3
4)	32,0	31,7	33,4	29,4	32,5	30,2	31,3	32,4	31,4	31,8	32,9	32,3
5)	32,4	33,0	33,4	28,6	32,6	30,5	32,3	32,1	32,4	33,2	33,8	32,8

Tabelle 1

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
	Epigastrium °C											
1)	31,4	31,6	27,5	29,7	31.4	31,9	32,9	32,5	28,4	32,4	31,2	33,4
2)	33,6	31,6	26,8	29,4	30,4	30,3	32,3	32,0	31,1	28,9	30,3	33,4
3)	30,2	32,1	33,2	28,8	31,8	31,2	31,5	32,7	29,9	31,4	28,6	32,2
4)	30,1	31,8	33,2	29,9	31,8	31,0	30,8	31,0	30,3	29,6	28,4	32,9
5)	29,9	31,7	33,2	27,8	31,1	31,3	29,4	29,2	29,9	29,1	32,0	32,8
	Oberschenkel °C											
1)	30,8	30,4	30,4	28,9	30,0	28,4	30,8	29,2	30,3	29,9	30,8	31,3
2)	31,3	30,1	30,3	26,2	30,1	28,3	30,6	28,8	30,6	28,7	30,2	30,7
3)	30,1	30,6	29,8	29,4	30,4	29,8	30,9	30,4	30,6	30,8	30,3	31,3
4)	32,4	29,3	31,5	25,4	32,4	29,8	30,8	32,3	31,1	31,5	31,7	31,3
5)	32,4	30,9	31,2	28,7	25,0	31,7	31,7	33,0	31,9	31,4	31,8	31,8
	Unterschenkel °C											
1)	30,9	29,7	30,5	29,6	28,3	28,7	30,1	31,5	30,5	30,3	30,3	31,5
2)	29,0	26,1	25,0	28,3	27,4	29,0	29,1	29,3	29,6	28,7	29,5	29,4
3)	31,0	29,3	30,2	29,7	26,8	30,7	30,1	30.0	31,0	31,3	32,1	31,5
4)	30,2	27,6	30,8	27,3	30,3	29,8	27,5	30.8	32,0	31,5	27,0	29,7
5)	29,3	27,9	26,5	26,0	33,1	28,7	28,1	31,5	31,7	31,5	31,8	31,4
	Sublingualtemperatur °C											
1)	35,4	35,0	35,6	36,2	35,5	35,4	34,9	35,6	34,3	35,0	35,5	35,1
2)	35,6	35,7	35,6	36,1	35,9	35,7	35,8	35,9	35,1	35,8	35,8	35,0
3)	34,9	34,9	35,4	35,7	35,8	35,8	35,6	35,3	35,0	35,2	35,2	35,5
4)	34,9	33,7	33,4	34,9	34,8	34.4	35,0	35,1	33,9	35,3	34,4	34,6
5)	35,8	35,8	36,0	36,2	35,8	35,8	35,7	36,0	35,3	35,0	35,8	36,0

Tabelle I

B. Herz-Kreislaufsystem

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
	Blutdruck											
	a) systolischer mm Hg											
1)	90	105	120	135	115	135	125	110	140	115	125	115
2)	100	105	110	140	105	130	115	105	130	110	115	120
3)	110	95	110	130	110	130	120	110	125	115	120	115
4)	130	140	160	185	135	165	170	180	165	150	160	150
5)	105	110	120	130	100	120	110	120	130	110	120	110
	b) diastolisch mm Hg											
1)	70	65	75	75	65	80	90	70	85	80	75	80
2)	70	70	60	80	65	70	80	70	85	75	80	80
3)	80	65	65	65	65	80	75	70	85	70	85	75
4)	60	55	40	65	50	75	60	80	70	65	75	65
5)	70	70	75	75	65	80	60	70	75	70	80	80
	c) Amplitude mm Hg											
1)	20	50	45	60	50	60	35	40	55	35	50	35
2)	70	35	50	60	40	50	35	35	45	35	35	40
3)	30	30	45	65	45	50	45	40	40	45	35	40
4)	70	85	120	120	85	90	110	100	95	85	85	85
5)	35	40	45	55	35	60	50	50	55	40	40	30
	Puls											
1)	88	60	88	88	64	80	72	74	72	80	80	68
2)	84	56	80	84	64	72	84	68	72	84	60	68
3)	96	72	84	104	76	84	84	84	84	88	92	84
4)	136	106	140	116	114	124	108	112	132	104	112	128
5)	100	80	96	96	80	84	100	84	88	84	88	92

Tabelle I

C. Blutbild

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
	Hämoglobin g%											
1)	15,4	14,7	15,5	15,75	13,65	15,5	16,0	16,5	16,2	14,85	13,45	15,4
2)	-	14,5	15,1	15,9	13,65	14,9	16,1	16,0	15,0	15,3	13,75	15,6
3)	14,4	15,25	15,2	15,45	15,4	14,5	14,6	15,1	14,6	13,75	15,8	17,2
4)												
5)	15,5	15,0	14,4	15,25	14,4	15,3	14,0	14,5	14,6	14,13	14,95	16,9
	Hämatokrit %											
1)	46	45	48	52	-	45	-	-	48	49	46	51
2)	49	46	47	-	42	46	-	-	49	49	46	50
3)	48	46	-	-	-	-	-	48	48	49	47	-
4)												
5)	50	46	-	45	-	-	49	49	49	48	48	49
	Erythrocyten Mill./mm^3											
1)	4,55	4,94	4,77	5,1	5,28	5,2	5,7	5,91	4,91	3,96	4,79	5,1
2)	4,87	4,81	4,63	-	5,33	5,16	5,29	5,4	4,95	5,18	4,94	5,04
3)	4,91	5,3	-	5,26	4,9	5,24	5,0	4,72	5,11	4,77	4,34	4,64
4)												
5)	4,86	4,8	-	5,51	5,15	4,77	5,04	5.02	4.73	4,8	4.71	5.0
	Leukocyten Anzahl/mm^3											
1)	7400	9300	17900	9600	7000	5700	8900	11100	8600	5300	6000	4300
2)	9600	8600	9200	12900	6800	6500	8000	11200	5700	4000	9400	7300
3)	8200	5700	9300	11700	9100	7500	9300	7800	8100	6200	7400	7300
4)												
5)	6500	8700	16400	13800	10200	7100	8600	9000	6800	6300	8500	6000
	Differentialblutbild a) stabkernige rel.%											
1)	5	6	2	2	2	2	2	4	3	6	3	4
2)	9	2	9	7	3	1	2	1	0	1	4	0
3)	3	2	6	8	7	1	7	1	2	6	8	0
4)												
5)	7	4	13	9	2	5	8	7	7	11	8	4

Tabelle I

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
b) segmentkernige rel.%												
1)	58	62	54	61	56	48	55	72	42	50	67	67
2)	60	62	53	63	60	50	46	60	52	63	58	63
3)	46	45	78	58	53	49	50	60	55	53	62	64
4)												
5)	47	69	68	70	66	64	61	65	45	55	63	65
c) Lymphocyten rel.%												
1)	58	24	35	21	25	41	36	17	33	33	23	22
2)	60	30	25	20	16	34	44	30	26	22	27	29
3)	46	37	12	21	28	45	26	22	19	30	18	31
4)												
5)	47	17	11	14	26	21	22	11	26	20	20	21
d) Monocyten rel.%												
1)	6	5	5	10	11	7	6	7	10	10	6	7
2)	2	4	10	10	17	12	8	8	7	5	9	8
3)	6	10	4	10	7	3	9	9	6	6	12	5
4)												
5)	7	6	8	7	6	9	9	10	6	13	9	8
e) eosinophile rel.%												
1)	4	3	4	6	3	2	0	0	12	1	1	0
2)	4	2	3	0	3	3	0	1	15	9	2	0
3)	10	6	0	3	4	2	6	2	18	4	0	0
4)												
5)	4	4	0	0	0	1	0	1	16	1	0	1

Tabelle I

D. GESAMTEIWEISS g%

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
1)	7,7	8,5	6,95	6.46	6,9	7,2	6,5	-	6,84	6,42	6,67	6,75
2)	7,3	8,1	6,24	6,7	7,0	6,9	6,4	6,63	7,15	6,56	7,15	6,5
3)	6,56	6,84	6,49	7,1	6,9	7,15	7,1	6,45	7,2	6,6	6,2	6,65
4)	7,16	7,25	6,97	7,9	7,1	7,05	6,9	6,48	7,6	7,2	7,5	7,18
5)	6,84	7,03	6,43	7,3	7,3	6,96	6,4	6,42	8,0	7,5	6,74	6,95

E. FETTE

Cholesterin mg%

1)	293	304	360	308	357	415	294	-	376	330	400	248
2)	286	356	267	285	337	297	293	353	395	326	302	238
3)	400	384	329	350	283	455	337	394	482	336	382	240
4)	264	405	360	284	405	424	320	389	396	392	450	272
5)	410	338	316	278	317	381	357	374	381	310	360	367

ß-Lipoproteide mg%

1)	133	170	268	368	342	-	84,8	-	428	350	456	212
2)	132	98	330	318	388	-	38	410	512	350	427	266
3)	310	416	390	310	340	380	410	394	430	410	442	326
4)	139	420	359	374	400	413	320	410	455	368	320	270
5)	298	368	400	358	382	448	326	380	425	455	486	354

F. ELEKTROLYT Chlor mval/l

1)	92,0	84,4	72,0	117	99	113	111	-	58	102	92	97
2)	81,0	81,5	84,0	100	117	107	93,8	83,5	96,5	74	92	138
3)	96,0	103	110,0	127	93,7	80	103	74,0	97,5	81	105	-
4)	91,5	88,5	117,0	114	89	55,5	97	103,0	97,5	102	134	100
5)	92,0	111	114,0	123	97	74	109	134,0	111,0	114	112	113

Tabelle I

G. ENZYME

	VP 1	VP 2	VP 3	VP 4	VP 5	VP 6	VP 7	VP 8	VP 9	VP 10	VP 11	VP 12
	SGOT mU/ml											
1)	10,5	10,5	12,7	6,3	14,8	8,5	6,8	-	6,8	11,2	10,0	8,0
2)	12,0	8,5	12,2	9,0	10,6	6,3	6,8	10,0	6,8	8,0	10,0	6,0
3)	10,6	10,3	8,5	10,5	10,6	8,5	8,0	8,0	6,8	8,5	6,3	8,0
4)	14,8	10,3	8,0	10,6	12,7	13,6	10,0	10,0	9,0	10,0	11,2	10,6
5)	12,0	8,6	8,0	10,6	10,6	9,0	-	12,7	8,0	9,0	6,8	8,5
	SGPT mU/ml											
1)	6,5	6,5	8,5	8,0	6,3	6,3	4,2	-	4,2	4,2	4,0	4,0
2)	6,5	6,5	6,3	8,0	6,0	4,2	5,1	10,6	4,2	6,0	4,2	4,2
3)	8,5	6,8	8,0	8,0	8,5	6,8	5,1	6,3	5,1	4,2	4,2	4,0
4)	9,0	17,0	10,6	10,0	8,5	6,8	8,5	8,0	3,8	6,8	6,3	8,5
5)	6,8	8,5	9,0	9,0	12,0	6,3	5,1	10,6	6,0	6,0	4,0	6,5
	LDH mU/mL											
1)	102,0	102,0	133,8	114,5	73,1	82,5	120,0	-	108,5	86.0	200,0	66,9
2)	95,5	79,5	103,5	126,0	82,5	55,5	76,4	-	102,0	114,5	275,0	57,3
3)	88,0	86,0	105,0	95,5	70,0	-	124,1	108,5	133,8	124,1	105,0	82,5
4)	143,2	79,5	103,5	105,0	79,5	-	118,0	150,0	103,5	124,1	114,5	79,5
5)	88,0	97,5	95,5	76,4	63,3	95,5	130,0	210,0	103,5	114,5	92,5	79,5
	alkalische Phosphatase mU/ml											
1)	15,0	23,0	32,0	38,2	18,0	22,0	26,0	-	20,0	18,0	19,5	12,0
2)	18,0	24,0	26,0	36,5	20,0	23,0	19,0	18,0	18,5	18,5	19,0	10,0
3)	27,0	33,0	40,5	26,0	19,0	23,0	26,0	14,0	30,0	12,0	30,0	17,0
4)	24,0	37,0	46,5	34,0	18,0	22,0	28.0	12,0	30.0	25,0	30,0	22,0
5)	24,0	32,0	36,3	32,0	21,0	25,0	28,0	11,0	30,05	26,0	26,0	19,0

Tabelle II

Graphische Darstellung der durchschnittlichen Differenzen aus den Ausgangs- Zwischen- und Endwerten des Leer- und Hauptversuches, errechnet aus den Werten der Tabelle I (S. 18 ff.).

Zur graphischen Darstellung der erhaltenen Durchschnittswerte wurden rechteckige Kästchen verwendet (9). Die senkrechte Kantenlänge gibt die durchschnittliche Plusdifferenz (Kästchen über der Nullinie) bzw. Minusdifferenz (Kästchen unter der Nullinie) an. Die waagerechte Kantenlänge ergibt die Anzahl der Versuchspersonen. Die Werte von Versuchspersonen ohne durchschnittliche Veränderung liegen auf der Nullinie. Berechnet und dargestellt wurden sämtliche Parameter wie in Tabelle I:

A. Hauttemperatur S. 27
B. Herz-Kreislauf-System S. 36
C. Blutbild S. 40
D. Gesamteiweiß S. 49
E. Fette S. 50
F. Elektrolyt Chlor S. 52
G. Enzyme S. 53

Im einzelnen wurden berechnet:

Im Leerversuch 0 am 1. Tag: Die durchschnittliche Differenz zwischen Ausgangswert und Wert nach Kaltwasser-Belastung. Dieser Wert errechnet sich aus der durchschnittlichen Differenz zwischen Zeile 1) und Zeile 2) der Tabelle I (S. 18 ff.).

Im Hauptversuch am 2. Tag wurde berechnet A, B und C:

A entspricht der durchschnittlichen Differenz zwischen Ausgangswert und Wert nach Ergometer-Belastung. Dieser Wert errechnet sich aus der durchschnittlichen Differenz zwischen Zeile 3) und Zeile 4) der Tabelle I.

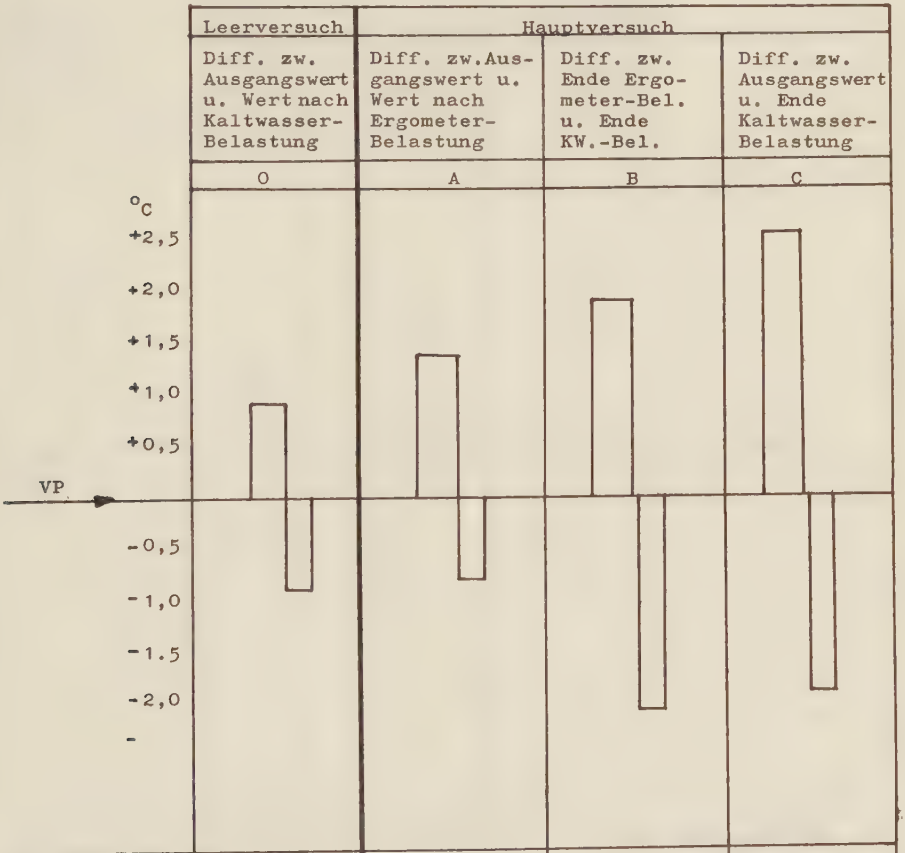
B entspricht der durchschnittlichen Differenz zwischen dem Wert am Ende der Ergometer-Belastung und dem Wert am Ende der Kaltwasser-Belastung. Dieser Wert errechnet sich aus der durchschnittlichen Differenz zwischen Zeile 4) und Zeile 5) der Tabelle I.

C entspricht der durchschnittlichen Differenz zwischen dem Ausgangswert und dem Wert nach Beendigung der (Ergometer- und anschließenden) Kaltwasser-Belastung. Dieser Wert errechnet sich aus der durchschnittlichen Differenz zwischen Zeile 3) und Zeile 5) der Tabelle I.

Tabelle II

HAUTTEMPERATUR: Stirn

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Stirntemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Stirntemperatur.



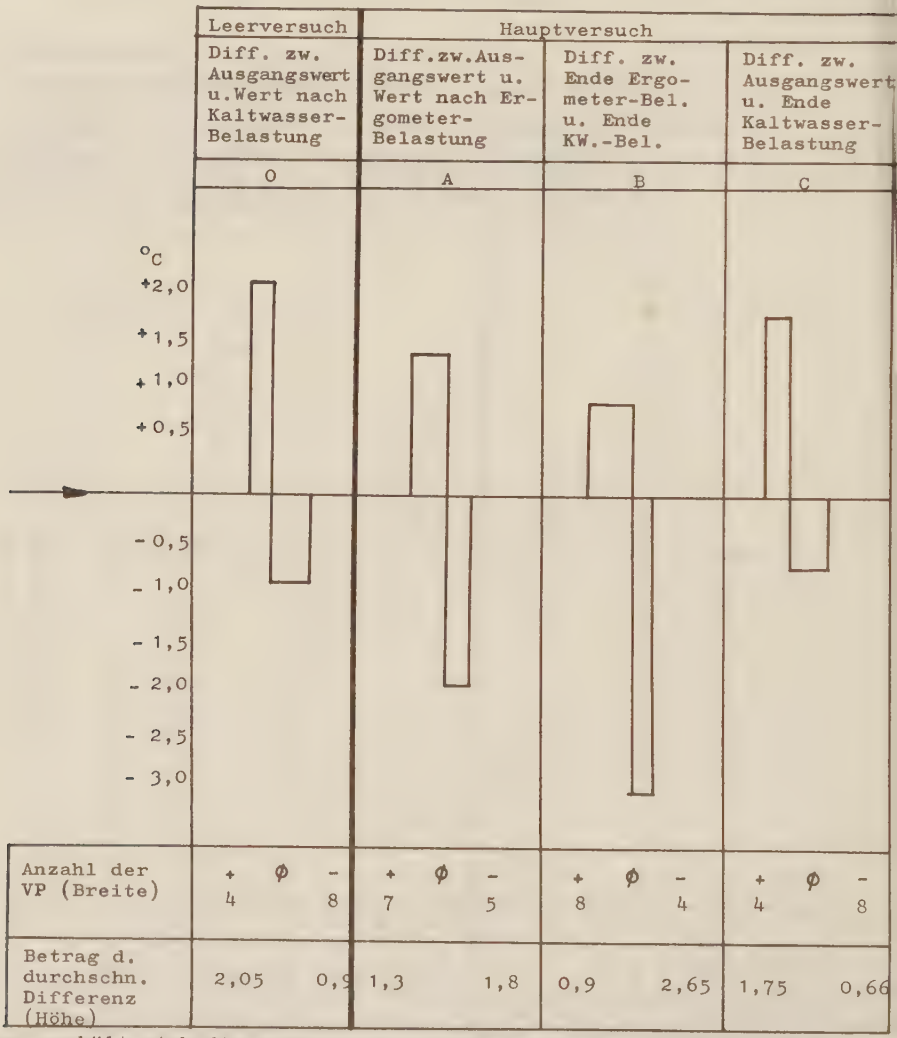
	O		A		B		C	
Anzahl der VP (Breite)	+ Ø -		+ Ø -		+ Ø -		+ Ø -	
	7	5	8	4	7	1 4	7	1 4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	0,8	0,96	1,56	1,7	1,8	2,12	2,5	1,9

Bei allen Werten halten sich Zunahme und Abnahme beinahe die Waage, aber doch mit merklichem Überwiegen der Zunahme, am stärksten in C.

Tabelle II

A. HAUTTEMPERATUR: Oberarm

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Oberarmtemperatur zu- bzw. abgenommen hatte. Höhe: Durchschnittliche Zu- oder Abnahme.



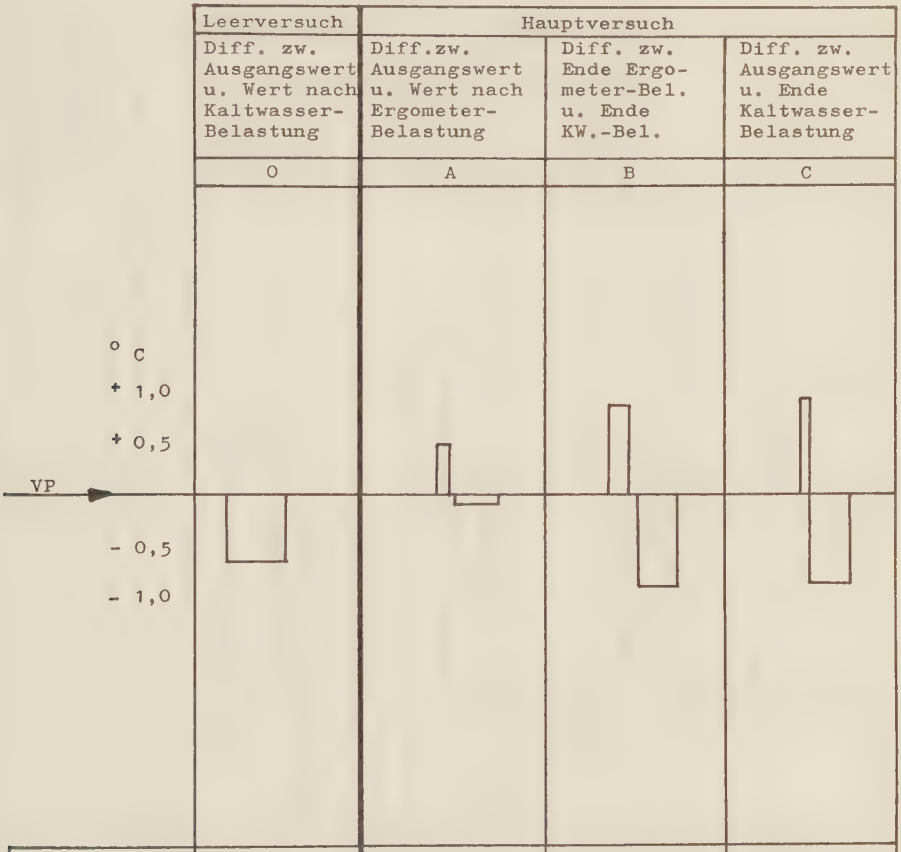
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+ 4	ϕ	- 8	+ 7	ϕ	- 5	+ 8	ϕ	- 4	+ 4	ϕ	- 8
Betrag d. durchschn. Differenz (Höhe)	2,05		0,9	1,3		1,8	0,9		2,65	1,75		0,66

Hier verhält sich die Hauttemperatur beim Leerversuch wie in Stufe C des Hauptversuches. In A halten sich Zu- u. Abnahme beinahe d. Waage, mit kleinem Überwiegen d. Zunahme. In B ist auffällig, daß einer mäßigen Zunahme bei 8 VP eine erhebl. Abnahme bei genau d. Hälfte, nämlich 4 VP, gegenübersteht, während in C, also im Gesamtdurchschnitt des Hauptversuchs, genau das Gegenteil der Fall ist.

Tabelle II

. HAUTTEMPERATUR: Unterarm

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Unterarmtemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Unterarmtemperatur.



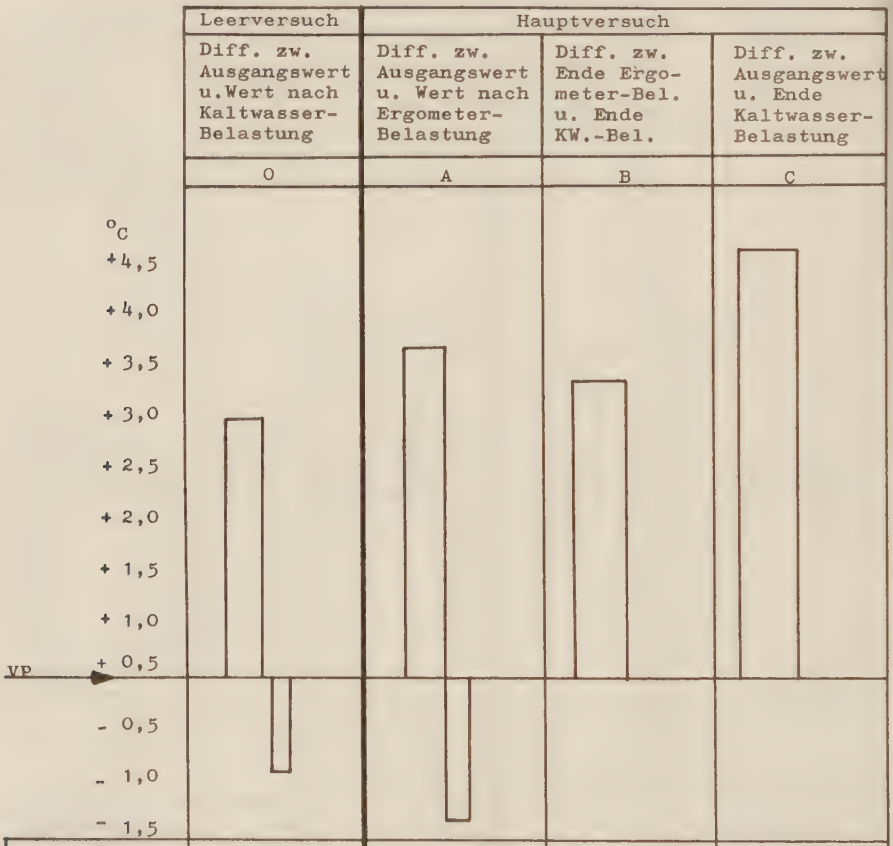
	O			A			B			C		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)			12	3	1	8	3	1	8	1	1	10
Betrag d. durchschnittl. Differenz (Höhe)			1,2	0,35		- 0,17	0,63		0,79	0,8		0,88

Im Leerversuch O fiel bei allen VP die Temperatur leicht ab.
Im Hauptversuch zeigt sich in A keine eindeutige Veränderung, während in B und C eine leichte Abnahme wiederum vorherrscht.

Tabelle II

A. HAUTTEMPERATUR: Daumen

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Daumentemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Daumentemperatur.



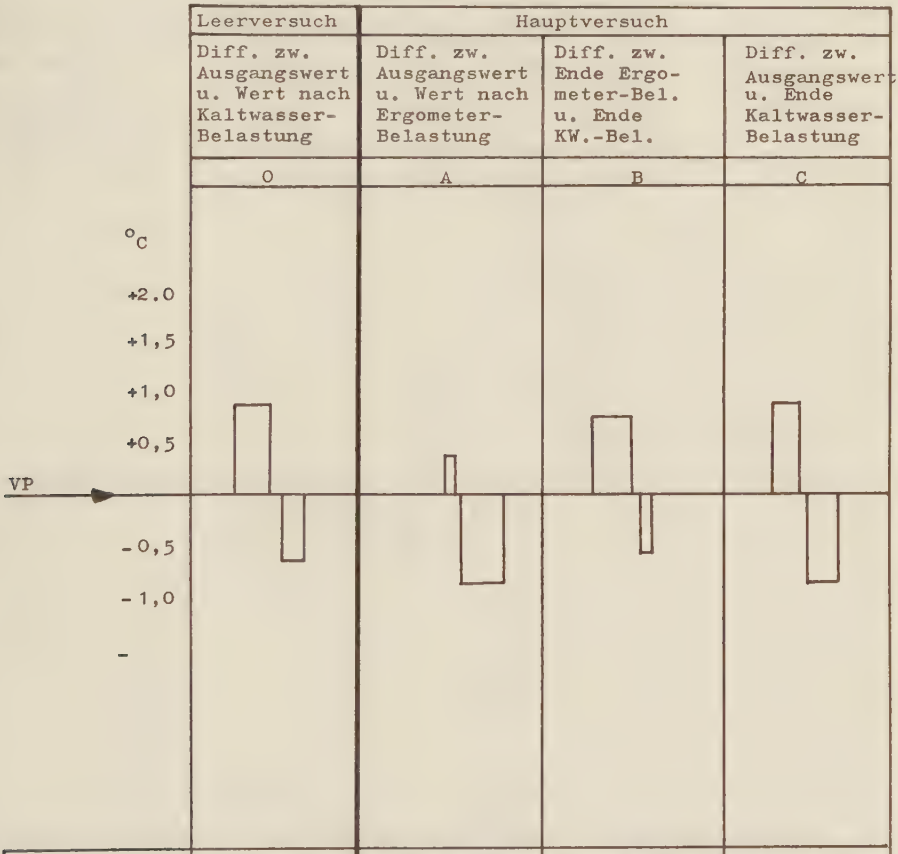
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+	Ø	-	+	Ø	-	+	Ø	-	+	Ø	-
	7	2	3	8		4	11	1		12		
Betrag d. durchschnittl Differenz (Höhe)	2,5		0,8	3,2		1,3	2,7			4,2		

Im Leerversuch überwiegt eine mittlere Zunahme, während in allen drei Stadien des Hauptversuches eine starke Zunahme überwiegend bis ausschließlich vorhanden ist.

Tabelle II

HAUTTEMPERATUR: Thorax

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Thoraxtemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Thoraxtemperatur.



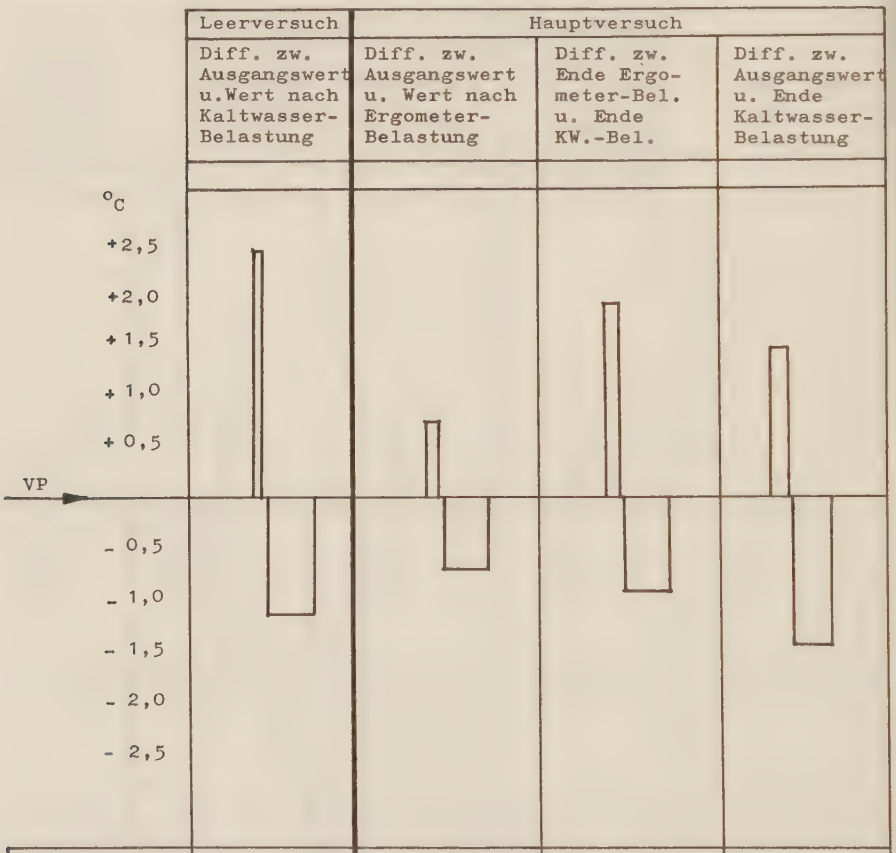
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+ 6	φ 3	- 3	+ 3	φ	- 9	+ 9	φ 1	- 2	+ 5	φ 2	- 5
Betrag der durchschnittl. Differenz (Höhe)	0,83		0,66	0,4		0,68	0,76		0,55	0,86		0,82

Im Leerversuch O überwiegt leichte Zunahme, beim Hauptversuch in A leichte Abnahme, in B leichte Zunahme, während sich in C Zu- u. Abnahme so sehr die Waage halten, daß keine eindeutige Veränderung konstatiert werden kann.

Tabelle II

A. HAUTTEMPERATUR: Epigastrium

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Epigastriumtemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Epigastriumtemperatur.



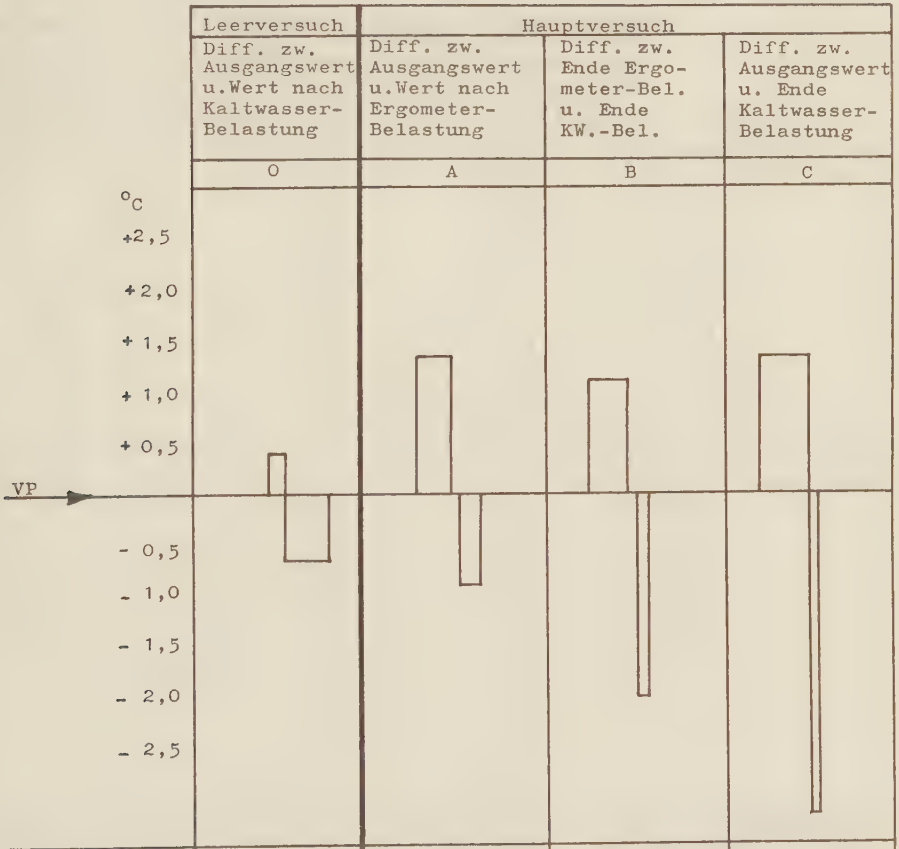
	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Ergometer-Belastung	Diff. zw. Ende Ergometer-Bel. u. Ende KW.-Bel.	Diff. zw. Ausgangswert u. Ende Kaltwasser-Belastung
Anzahl der VP (Breite)	+ Ø -	+ Ø -	+ Ø -	+ Ø -
	2 2 8	2 2 8	2 1 9	3 2 7
Betrag d. durchschnittl. Differenz (Höhe)	2,45 1,13	0,75 0,64	1,95 0,82	1,5 1,35

Im Leerversuch O überwiegt eine leichte Abnahme. Im Hauptversuch ergeben die Meßwerte keine eindeutige Veränderung in A, hingegen in B und C das Überwiegen einer leichten Abnahme.

Tabelle II

A. HAUTTEMPERATUR: Oberschenkel

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Oberschenkeltemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten).



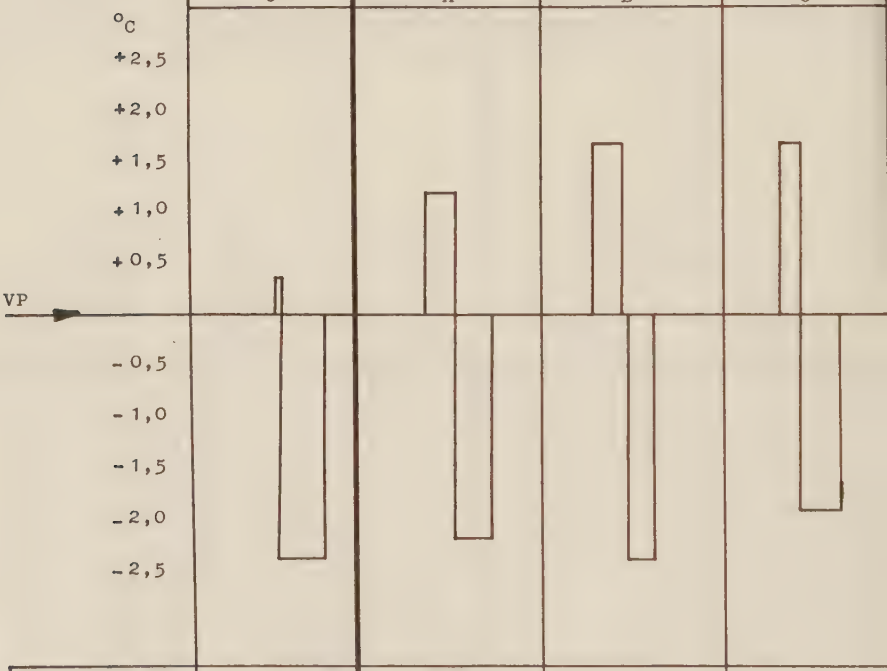
	O			A			B			C		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	3		9	7	2	3	8	1	3	10		2
Betrag der durchschnittl. Differenz (Höhe)	0,3		0,68	1,35		1,8	1,22		2,6	1,32		3,05

Im Leerversuch O keine eindeutige Veränderung. In den drei Stadien des Hauptversuchs dominiert eine leichte Zunahme.

Tabelle II

A. HAUTTEMPERATUR: Unterschenkel

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Unterschenkeltemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten).



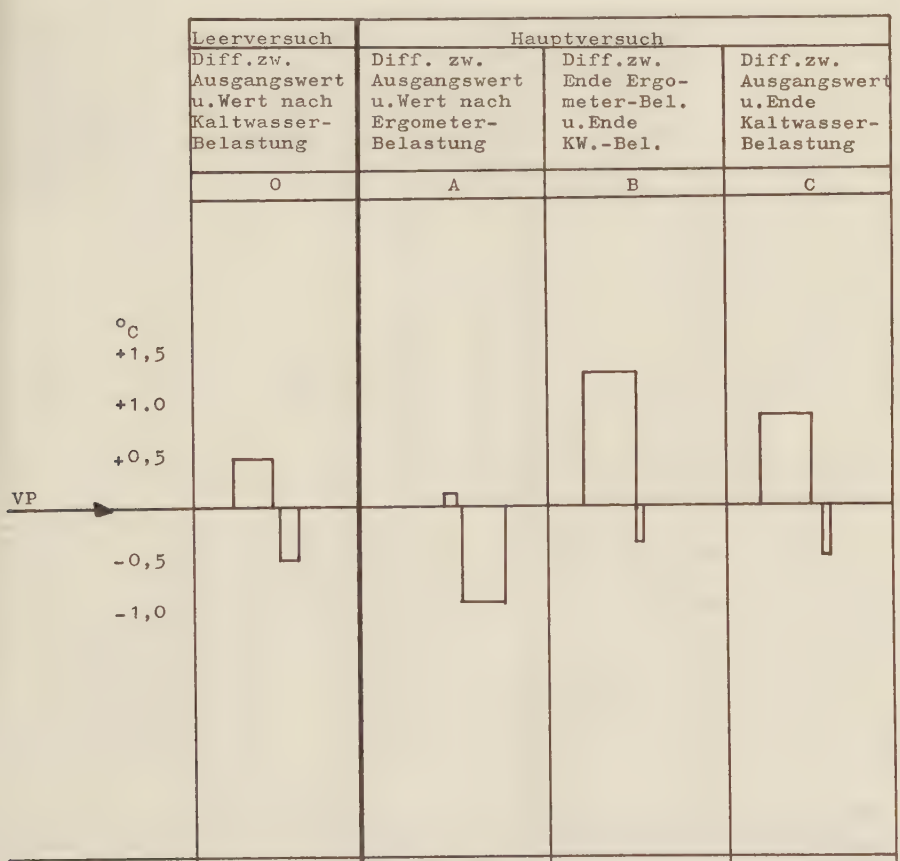
	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Ergometer-Belastung	Diff.zw. Ende Ergometer-Bel. u.Ende KW.-Bel.	Diff. zw. Ausgangswert u.Ende Kaltwasser-Belastung
	O	A	B	C
Anzahl der VP (Breite)	+ Ø -	+ Ø -	+ Ø -	+ Ø -
	1 11	5 7	6 1 5	4 8
Betrag der durchschnittl. Differenz (Höhe)	0,3 2,42	1,2 2,2	1,65 2,4	1,7 1,86

Im Leerversuch O erhebliche Abnahme, die sich unmittelbar aus d.Versuchsbedingungen erklären läßt. Im Hauptvers. überwiegt in A eine erhebliche Abnahme, während sich nach d.Kaltwasser-Belast. in B Zu- u. Abnahme nahezu d.Waage halten u. insgesamt als keine eindeutige Veränderung eingestuft werden müssen. In C dominiert starke Abnahme.

Tabelle II

Sublingualtemperatur

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Sublingualtemperatur zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Sublingualtemperatur.



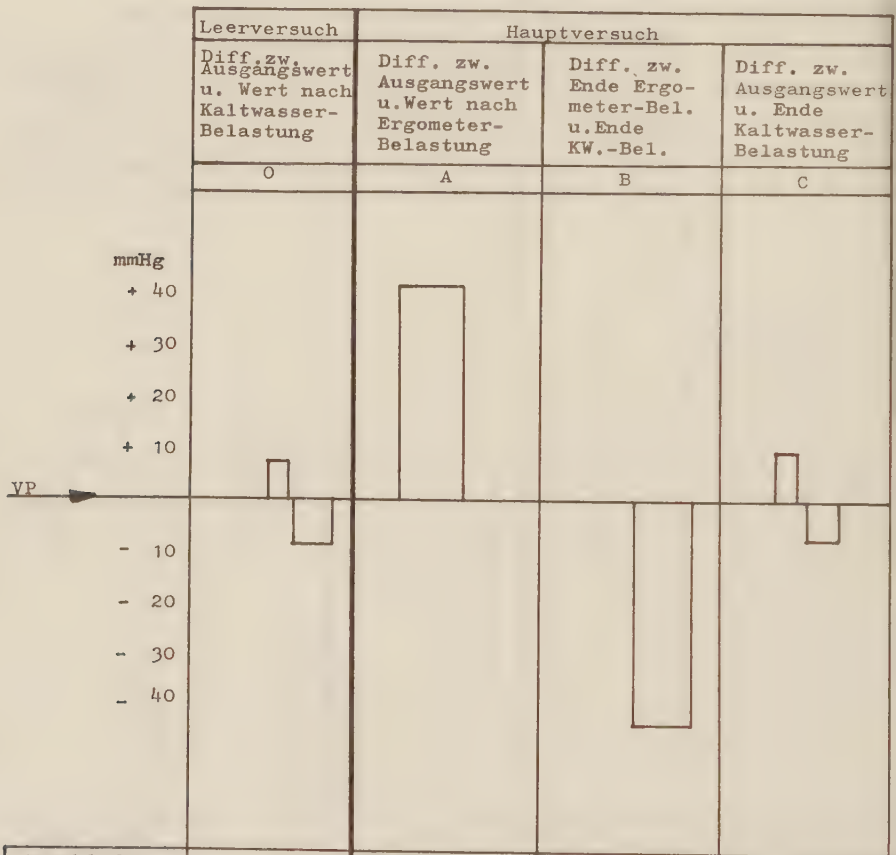
	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff.zw. Ausgangswert u.Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Ergometer-Belastung	Diff.zw. Ende Ergometer-Bel. u.Ende KW.-Bel.	Diff.zw. Ausgangswert u.Ende Kaltwasser-Belastung
	O	A	B	C
Anzahl der VP (Breite)	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -
	9 1 2	1 1 10	11 1	9 2 1
Betrag d. durchschnittl. Differenz (Höhe)	0,5 0,4	0,1 0,9	1,25 0,3	0,6 0,57

Beim Leerversuch O zeigte sich eine mittlere Zunahme, in A nach Ergometer-Belastung eine starke Abnahme. In B ergibt sich eine noch stärkere Zunahme, während die geringere Zunahme in C bereits wieder eine Mittelwert-Einpendelung darstellt.

Tabelle II

B. HERZ-KREISLAUF-SYSTEM: Blutdruck systolisch

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren systolischer Blutdruck zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) des systolischen Blutdrucks.



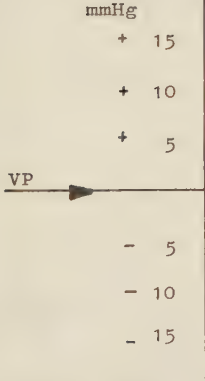
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
	3	1	8	12					12	4	2	6
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	6,6		8,1	42,5					42	10		7,5

Im Leerversuch O keine eindeutige Veränderung. Im Hauptversuch in A nach Ergometer-Belastung eine ausschließliche starke Zunahme; in B nach der anschließenden Kaltwasser-Belastung eine starke Abnahme. Der Gesamtdurchschnitt in C ergibt hingegen keine eindeutige Veränderung.

Tabelle II

1. HERZ-KREISLAUF-SYSTEM: Blutdruck diastolisch

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren diastolischer Blutdruck zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) des diastolischen Blutdrucks.



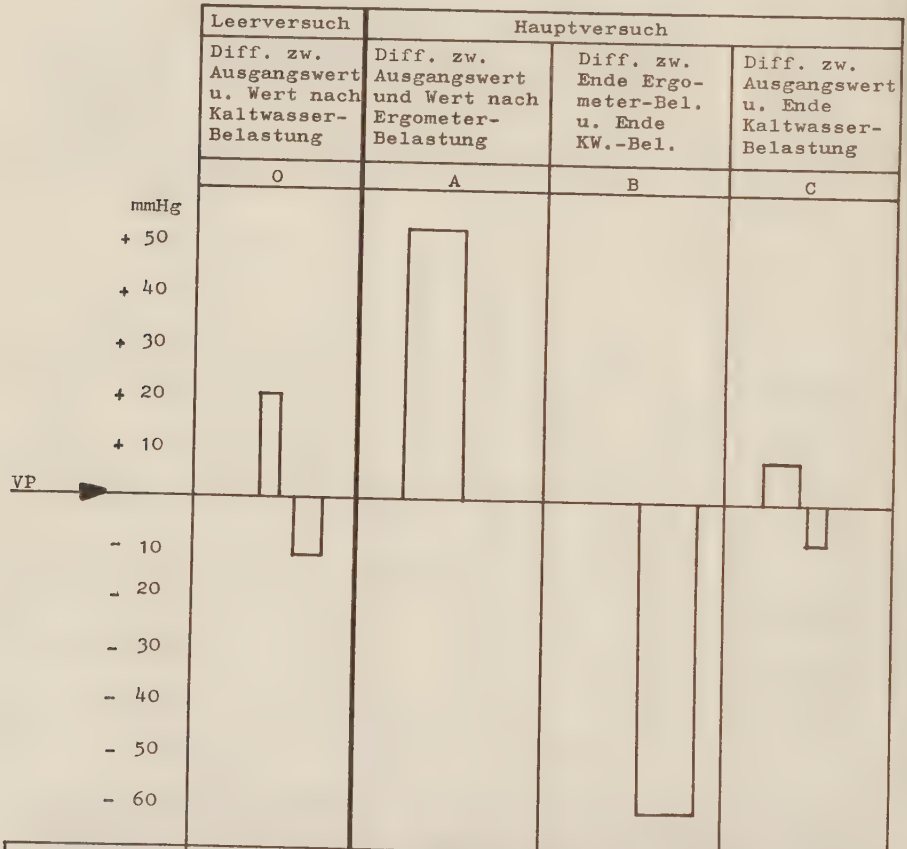
	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Ergometer-Belastung	Diff. zw. Ende Ergometer-Bel. u. Ende KW.-Bel.	Diff. zw. Ausgangswert u. Ende Kaltwasser-Belastung
	O	A	B	C
Anzahl der VP (Breite)	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -
	3 5 4	1 1 10	10 1 1	4 4 4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	5 10	10 13	13 10	7,5 10

Im Leerversuch keine eindeutigen Veränderungen, während sich in den drei Stadien des Hauptversuches im zu erwartenden geringeren Ausmaß die Gesamtergebnisse der Messungen beim systolischen Blutdruck in A und B umkehren und der Gesamtdurchschnitt in C wiederum keine eindeutige Veränderung ergibt.

Tabelle II

B. HERZ-KREISLAUF-SYSTEM: Blutdruck-Amplitude

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren Blutdruck-Amplitude zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme.



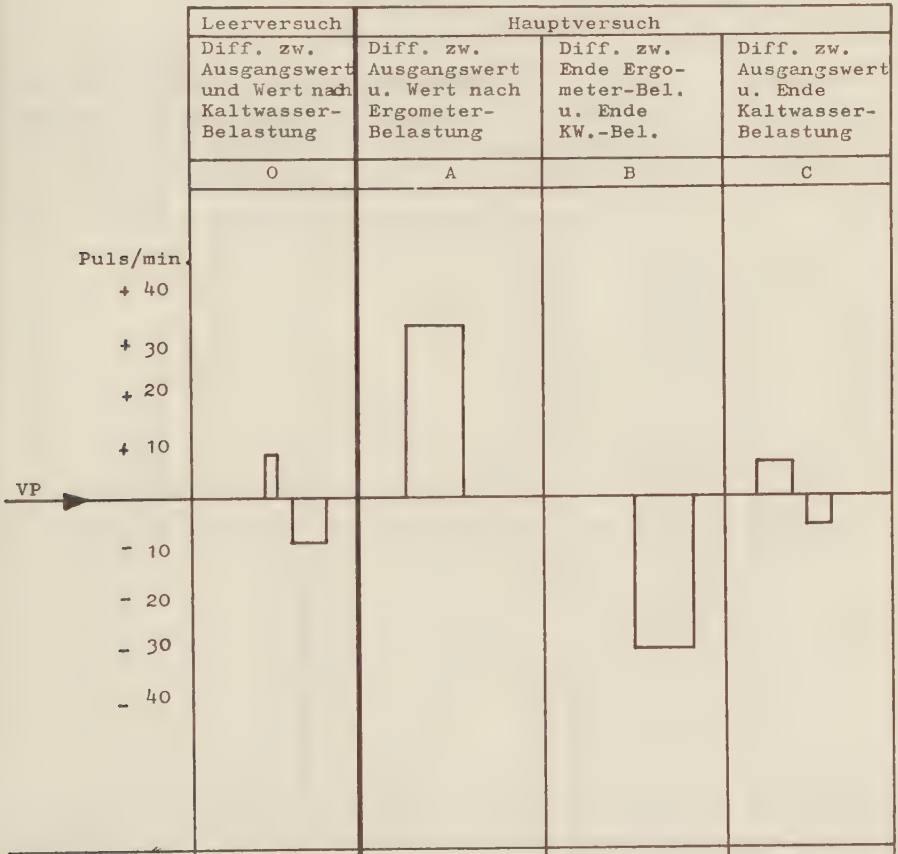
	O			A			B			C		
	+	∅	-	+	∅	-	+	∅	-	+	∅	-
Anzahl der VP (Breite)	3	3	6	12					12	7	1	4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	20		10,8	52,5					60	8,6		8,7

Die Ergebnisse wiederholen praktisch die Befunde beim systolischen Blutdruck. Die Anfangs- und Endwerte der Meßreihe sind insignifikant.

Tabelle II

B. HERZ-KREISLAUF-SYSTEM: Puls

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Pulsfrequenz zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Pulsfrequenz.



	O			A			B			C		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	2	3	7	12					12	7	2	3
Betrag d. durchschn. Differenz (Höhe)	8		7.7	33,3					30	6,5		5,3

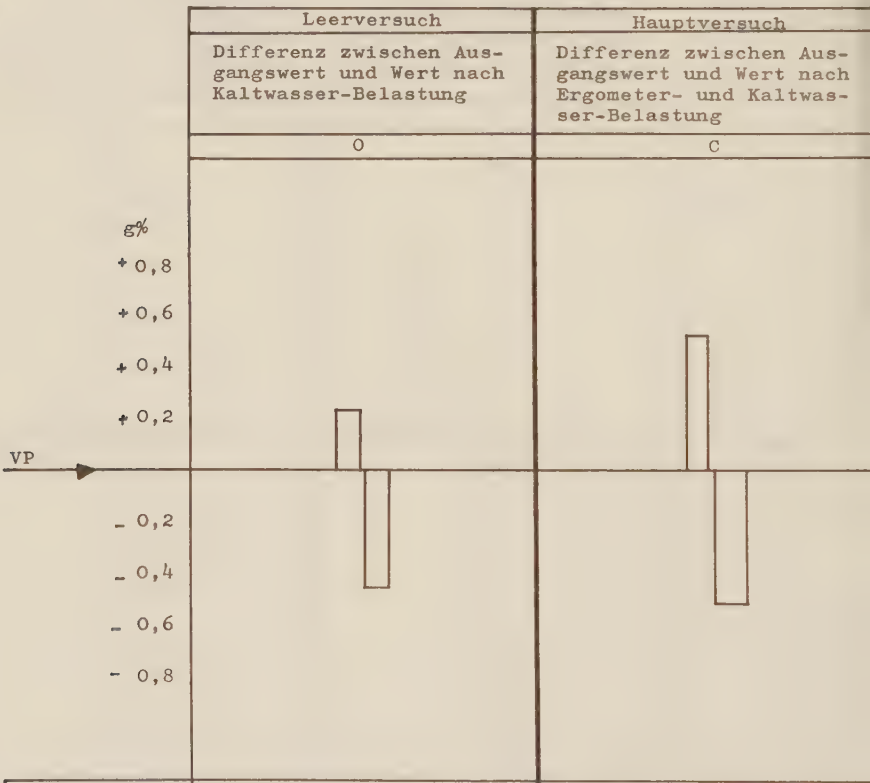
Die Ergebnisse decken sich nahezu mit denen bei der Blutdruck-Amplitude. Anfang und Ende der Meßreihe sind insignifikant; in A nach Arbeitsbelastung ausschließlich mittlere Zunahme, in B nach anschließender Kaltwasser-Belastung mittlere Abnahme.

Tabelle II

Bei den Blutbild-Untersuchungen wurde, wie schon beschrieben, am 2. Tag beim Hauptversuch nach der Ergometer-Belastung kein Blut mehr abgenommen, sodaß zu Vergleichszwecken nur die nachstehenden zwei Differenzwerte zur Verfügung standen.

C. BLUTBILD: Hämoglobin

Breite der Kästchen: Zahl der VP deren HB zu-oder abgenommen hatte.
Höhe: Durchschnittliche Zu- bzw. Abnahme.



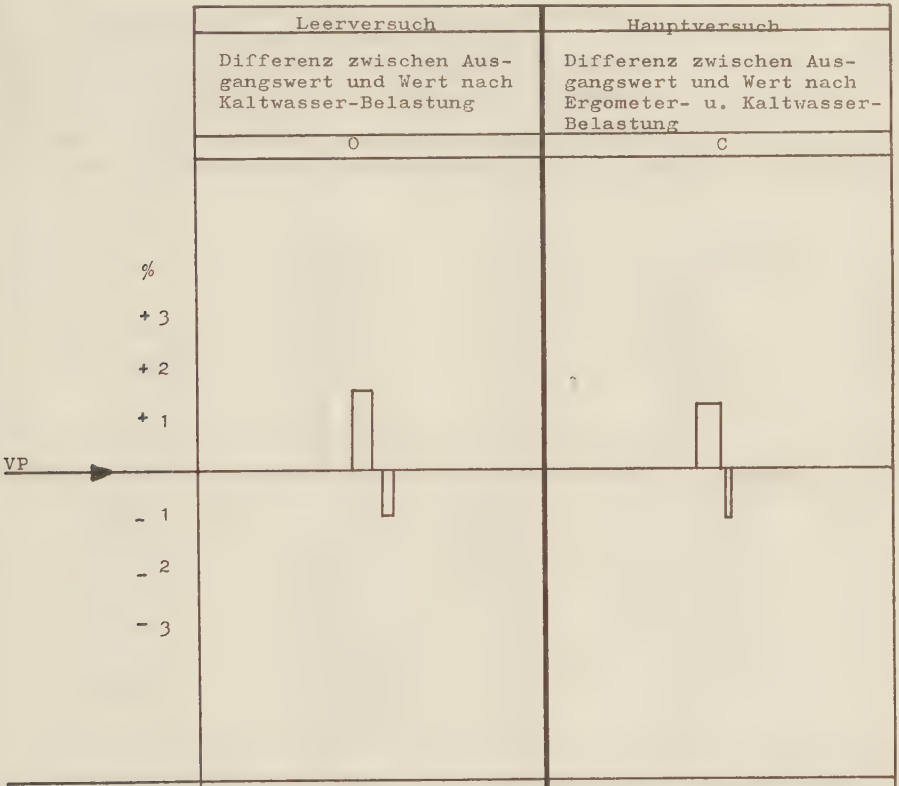
	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	5	1	5	3	2	7
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	0,24		0,48	0,66		0,5

Am ersten Versuchstag überwog eine mäßige Abnahme. Dieses Ergebnis verstärkte sich am Ende des zweiten Versuchstages.

Tabelle II

BLUTBILD: Hämatokrit

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren Hämatokrit zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) des Hämatokrit.



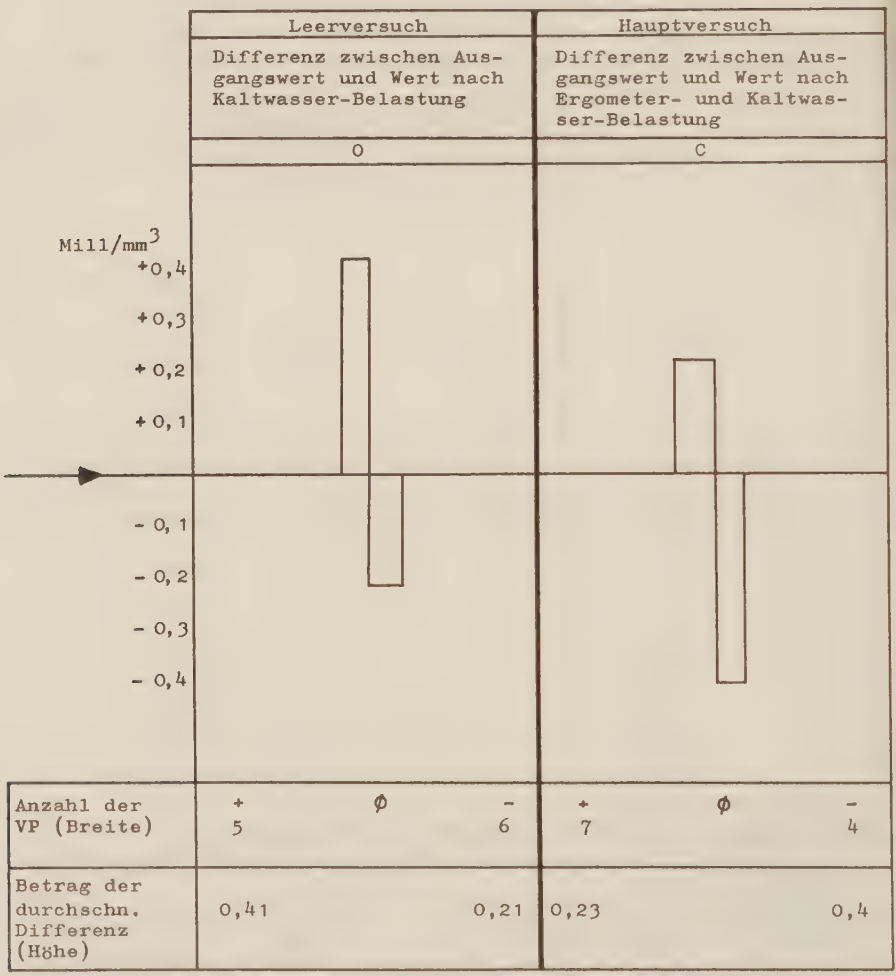
	Leerversuch			Hauptversuch		
Anzahl der VP (Breite)	+	ϕ	-	+	ϕ	-
	4	2	2	4	1	1
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	1,5		1	1,2		1

Die Resultate sind hier so geringfügig, daß sie praktisch nichts aussagen. Immerhin gibt es ein geringfügiges Überwiegen der Zunahme an beiden Versuchstagen.

Tabelle II

C. BLUTBILD: Erythrocyten

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren Erythrocytenzahl zugenommen oder abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Erythrocytenzahl.



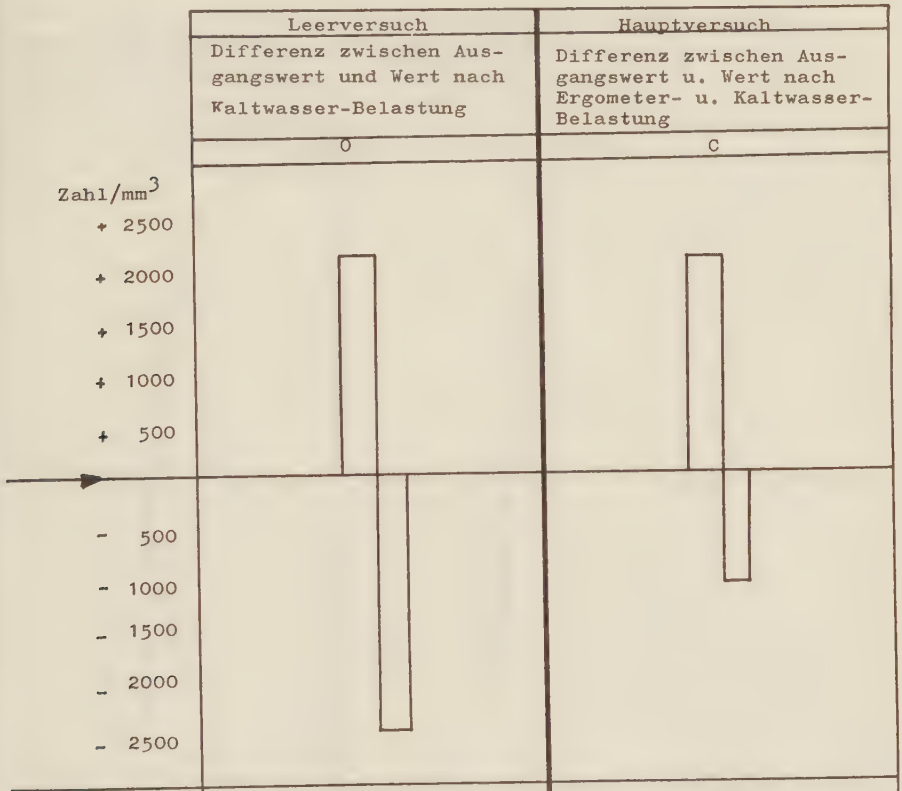
	Leerversuch			Hauptversuch		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	5		6	7		4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	0,41		0,21	0,23		0,4

Hier hielten sich Zu- und Abnahme annähernd die Waage, mit einem leichten Überwiegen der Zunahme am ersten und einem leichten Überwiegen der Abnahme am zweiten Versuchstag.

Tabelle II

BLUTBILD: Leukocyten

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren Leukocytenzahl zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Leukocytenzahl.



	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	6		6	7		5
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	2133		2467	2244		1080

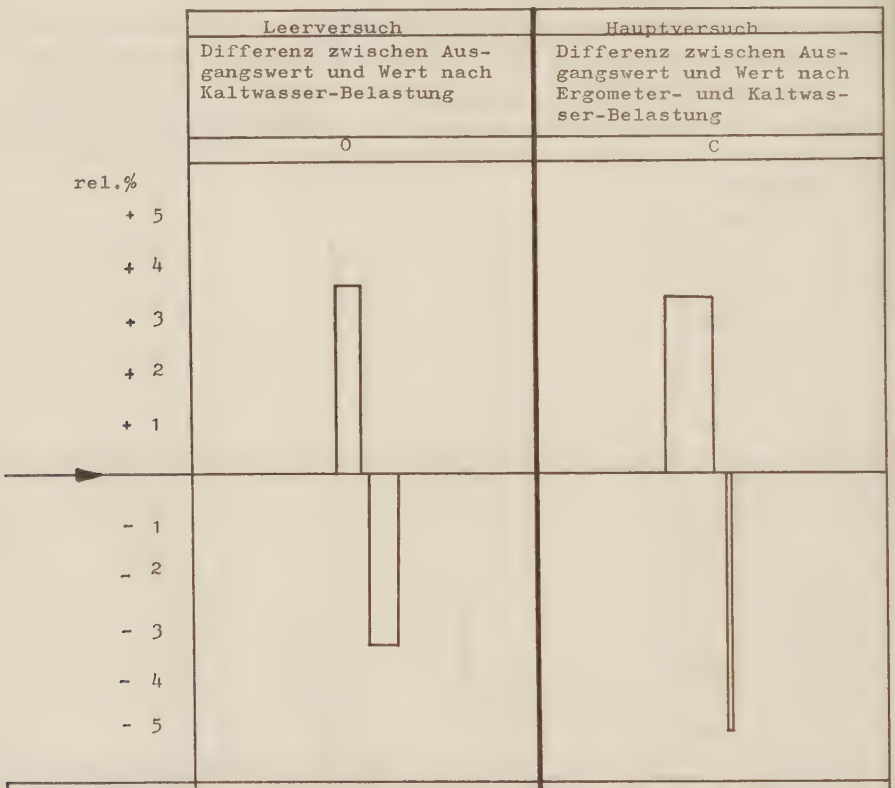
Am ersten Versuchstage hielten sich Zu- und Abnahme exakt die Waage - keine eindeutige Veränderung. Am zweiten Versuchstag deutliches Überwiegen der Zunahme

Tabelle II

C. BLUTBILD: Differentialblutbild

a) stabkernige

Dreite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren stabkernige zugenommen bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der stabkernigen.



	Leerversuch			Hauptversuch		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	5	1	6	10	1	1
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	3,6		3,3	3,9		5

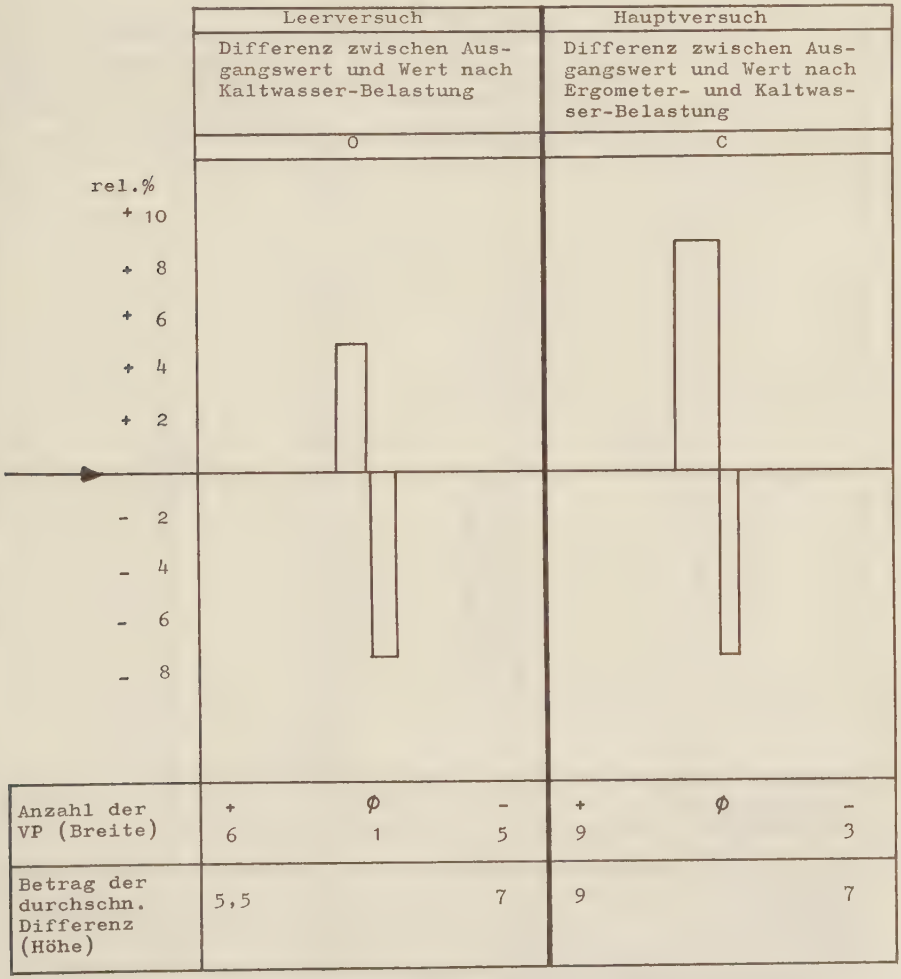
Im Leerversuch hielten sich Zu- und Abnahme praktisch die Waage - keine eindeutige Veränderung. Im Hauptversuch eindeutiges Überwiegen einer starken Zunahme.

Tabelle II

C. BLUTBILD: Differentialblutbild

b) segmentkernige

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren segmentkernige zugenommen bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der segmentkernigen.



	Leerversuch			Hauptversuch		
	+	Ø	-	+	Ø	-
Anzahl der VP (Breite)	6	1	5	9		3
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	5,5		7	9		7

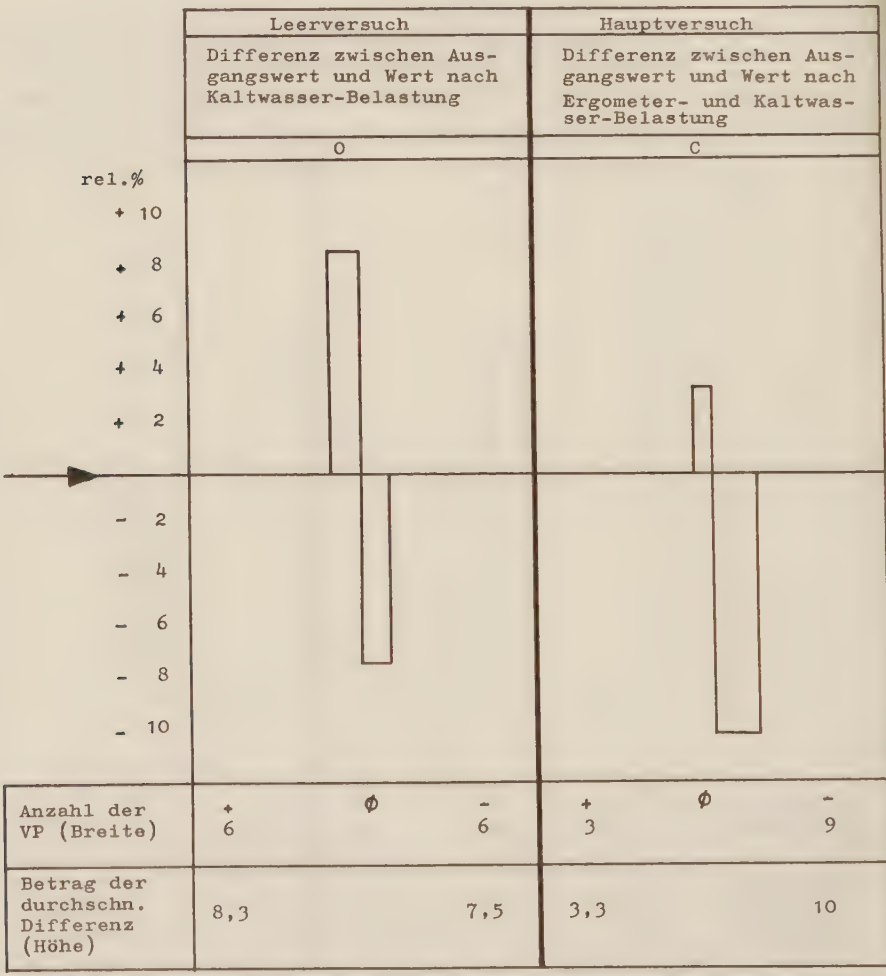
Die Resultate widerspiegeln praktisch diejenigen bei den Stabkernigen.

Tabelle II

C. BLUTBILD: Differentialblutbild

c) Lymphozyten

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren Lymphozyten zugenommen bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme der Lymphozyten.



	Leerversuch			Hauptversuch		
	+	∅	-	+	∅	-
Anzahl der VP (Breite)	6		6	3		9
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	8,3		7,5	3,3		10

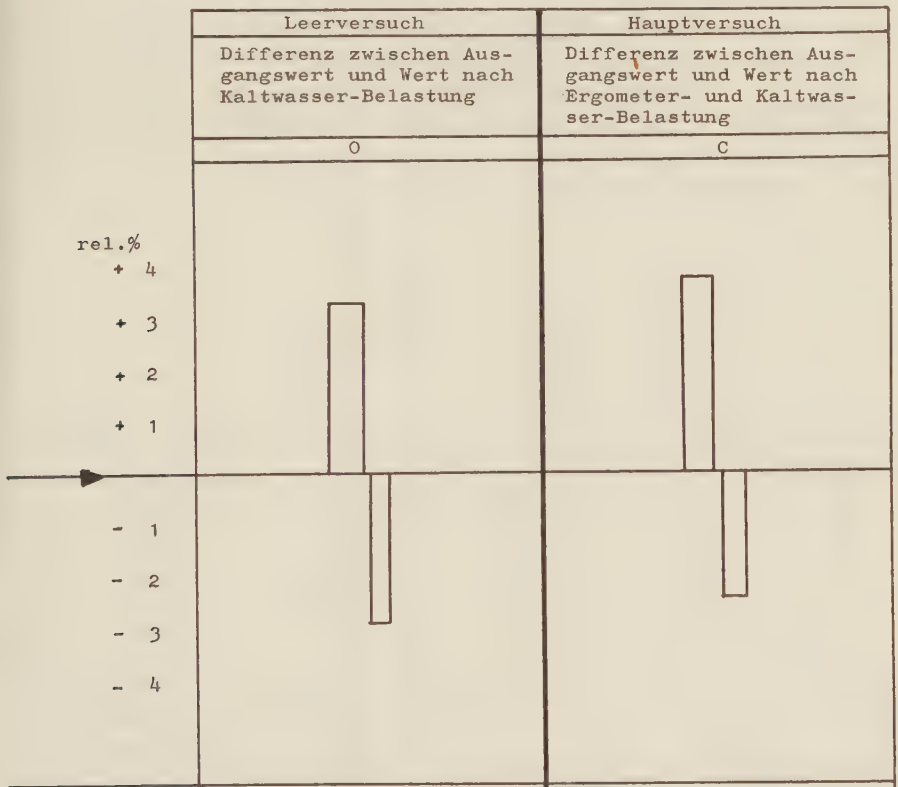
Im Leerversuch hielten sich Zu- und Abnahme praktisch die Waage.
Im Hauptversuch überwiegt eine starke Abnahme.

Tabelle II

BLUTBILD: Differentialblutbild

d) Monocyten

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren Monocyten zugenommen bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der Monocyten.



	Leerversuch			Hauptversuch		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	7	1	4	6	2	4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	3,3		3,3	3,8		2,6

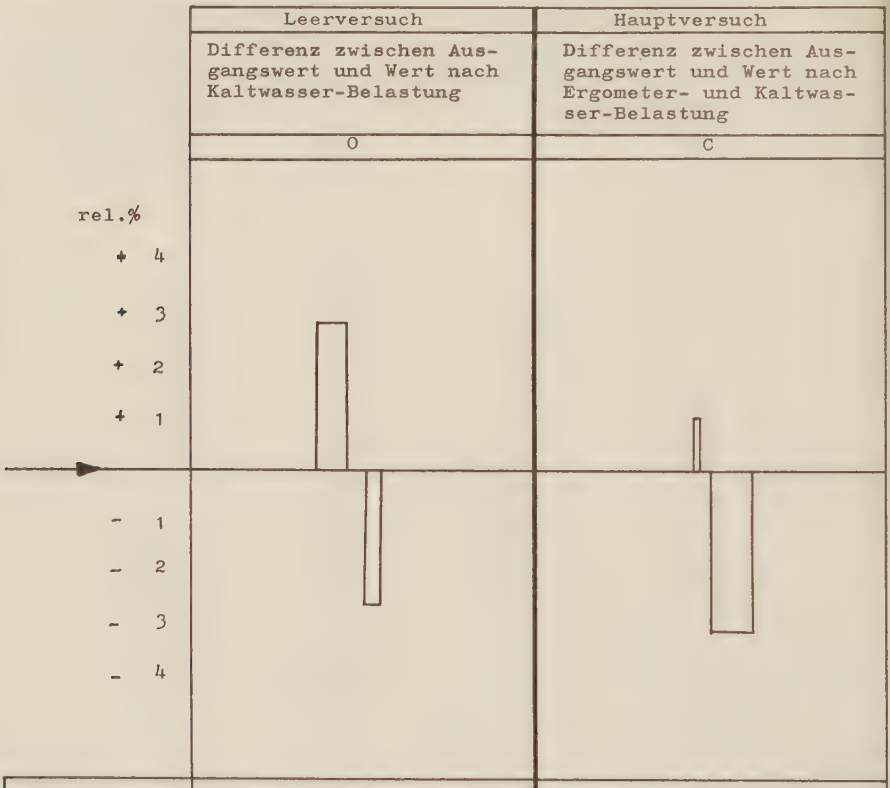
Im Leerversuch wie im Hauptversuch leichtes Ansteigen.

Tabelle II

C. BLUTBILD: Differentialblutbild

e) eosinophile

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren eosinophile zugenommen bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der eosinophilen.



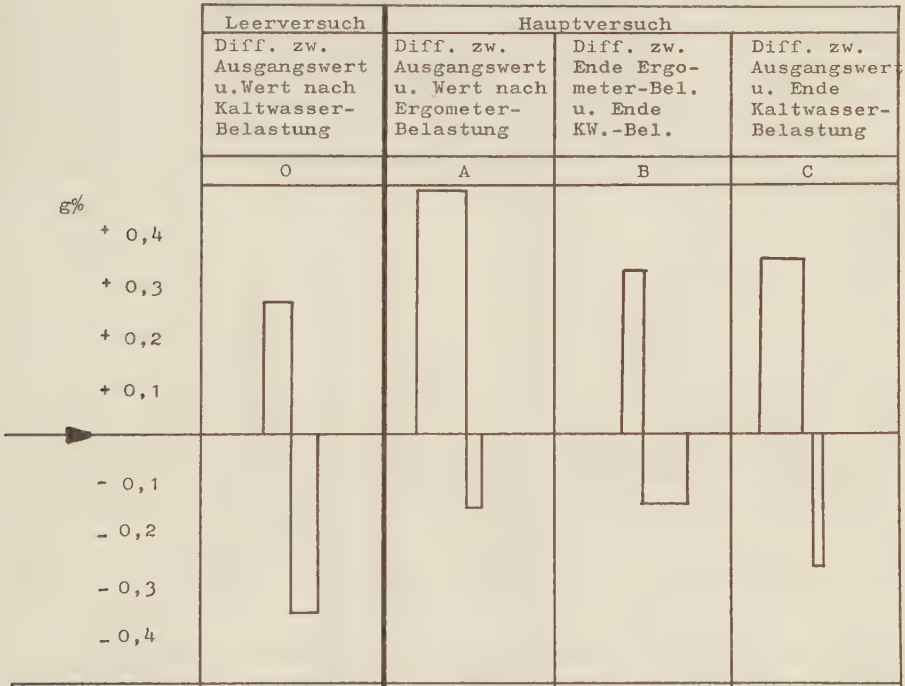
	Leerversuch			Hauptversuch		
Anzahl der VP (Breite)	+ 5	ϕ 4	- 3	+ 1	ϕ 2	- 9
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	2,8		2,6	1		3,1

Im Leerversuch überwiegt mittlere Zunahme, im Hauptversuch mittlere Abnahme.

Tabelle II

D. GESAMTEIWEISS:

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Gesamteiweiß im Blutserum zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) des Gesamteiweisses im Blutserum.



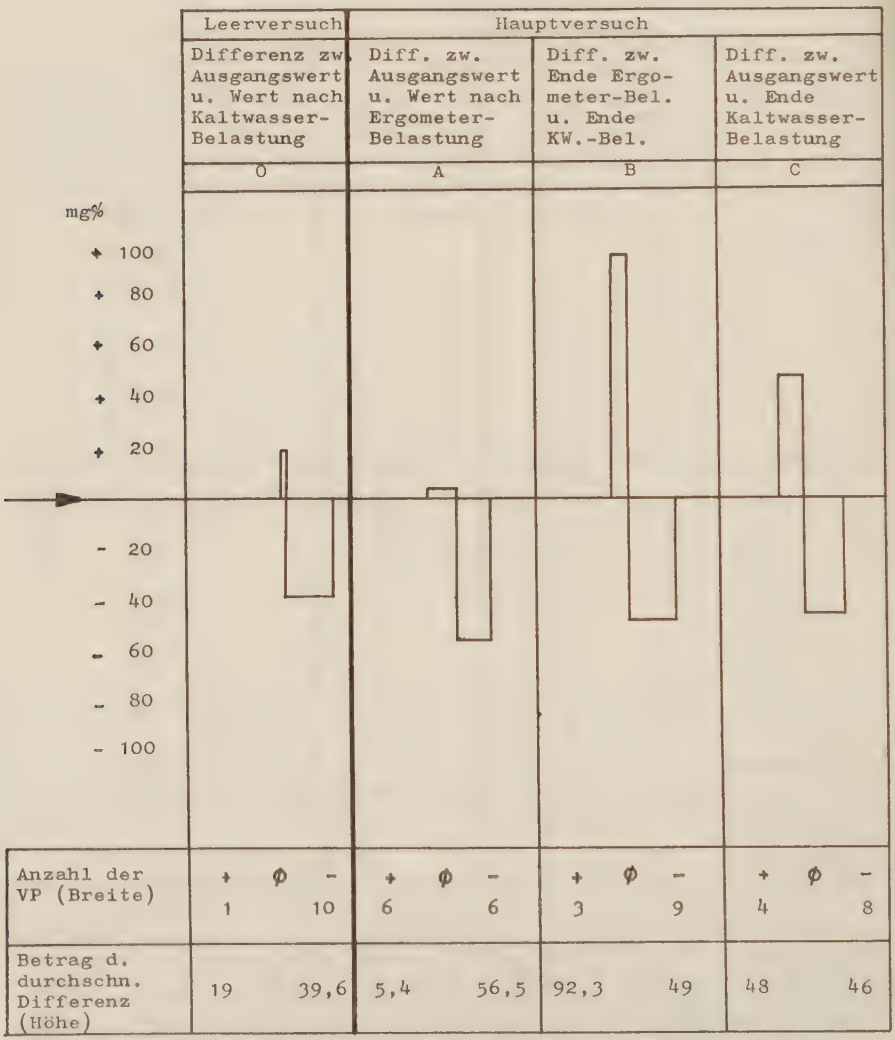
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+ 5	ϕ	- 6	+ 10	ϕ	- 2	+ 3	ϕ	- 9	+ 9	ϕ 1	- 2
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	0,25		0,35	0,48		0,15	0,3		0,15	0,33		0,26

Im Leerversuch O überwiegt die Abnahme geringfügig. Im Hauptversuch ergab sich in A nach Ergometer-Belastung eine wesentliche Zunahme; in B nach der anschließenden Kaltwasser-Belastung zwar eine überwiegende Abnahme geringen Grades bei der Mehrheit der Versuchspersonen; in C beim Gesamtdurchschnitt des 2. Versuchstages aber ein eindeutiges Überwiegen einer starken Zunahme.

Tabelle II

E. FETTE: Cholesterin

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Cholesterin im Serum zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten).



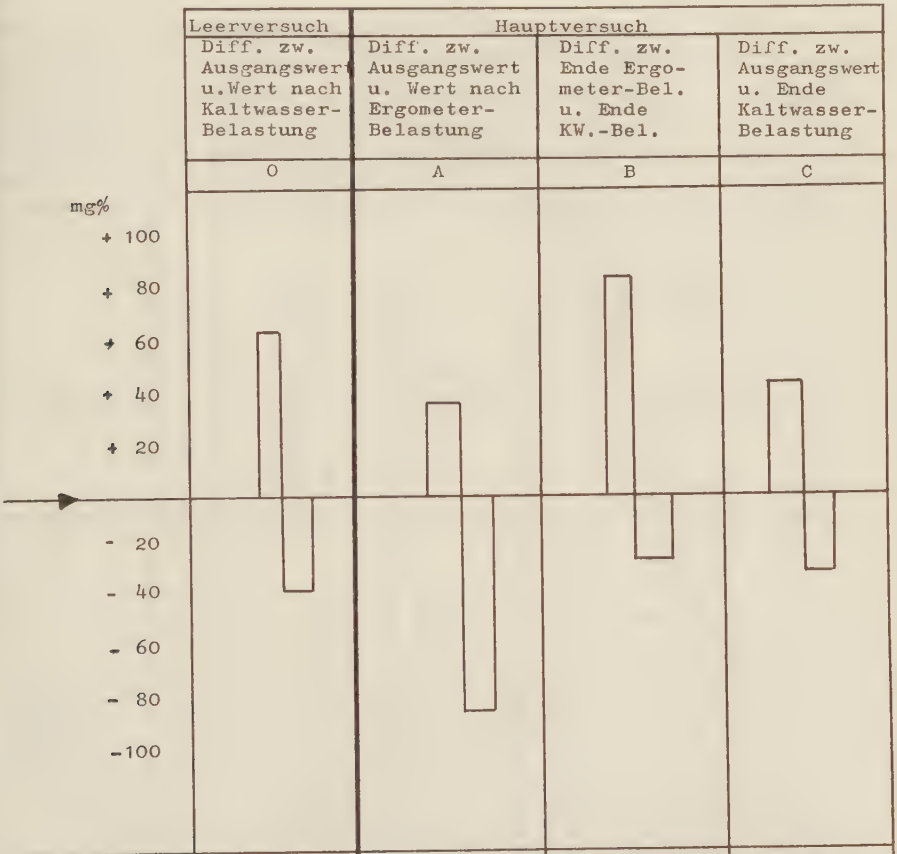
	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+ 1	Φ	- 10	+ 6	Φ	- 6	+ 3	Φ	- 9	+ 4	Φ	- 8
Betrag d. durchschn. Differenz (Höhe)	19		39,6	5,4		56,5	92,3		49	48		46

Nach Kaltwasser-Belastung am ersten Tag fiel der Wert deutlich ab. Beim Hauptversuch am zweiten Tag ergab sich bei der Hälfte der VP eine mittlere Abnahme in A nach Ergometer-Belastung. In B und C ebenfalls Überwiegen der Abnahme.

Tabelle II

. FETTE: ß-Lipoproteide

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren ß-Lipoproteide zu- bzw. abgenommen hatten.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten).



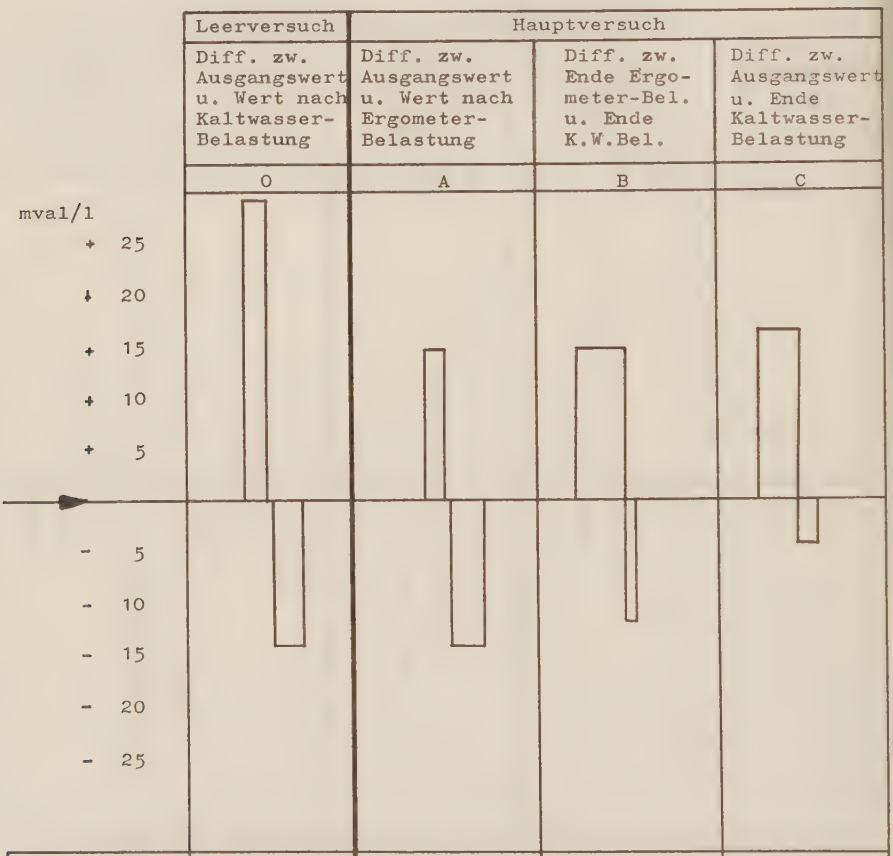
	+	ϕ	−	+	ϕ	−	+	ϕ	−	+	ϕ	−
Anzahl der VP (Breite)	4	1	5	6		6	7		5	7		5
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	61,5		39,7	33,3		85	82,5		29	40,7		32,6

Am Ende des Leerversuches O hielten sich Zu- u. Abnahme praktisch die Waage, ebenfalls nach d. Ergometer-Belastung A. Nach Kaltwasser-Belastung B im Hauptversuch überwog eine leichte Abnahme, während nach C wieder eine leichte Zunahme überwog.

Tabelle II

F. ELEKTROLYT: Chlor

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren Chlor im Serum zu- bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten).



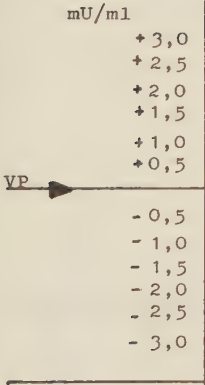
	O			A			B			C		
	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
Anzahl der VP (Breite)	4	1	6	4	1	6	10		2	8		4
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	25,9		13,7	14		13,7	14,2		12,5	16,8		4,6

Beim Leerversuch O Überwiegen der Abnahme; im Hauptversuch bei A ein mittleres Überwiegen der Abnahme, in B und C ein Überwiegen der Zunahme.

Tabelle II

G. ENZYME: SGOT Serum-Glutamat-Oxalat-Transaminase

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren SGOT zu- bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der SGOT.



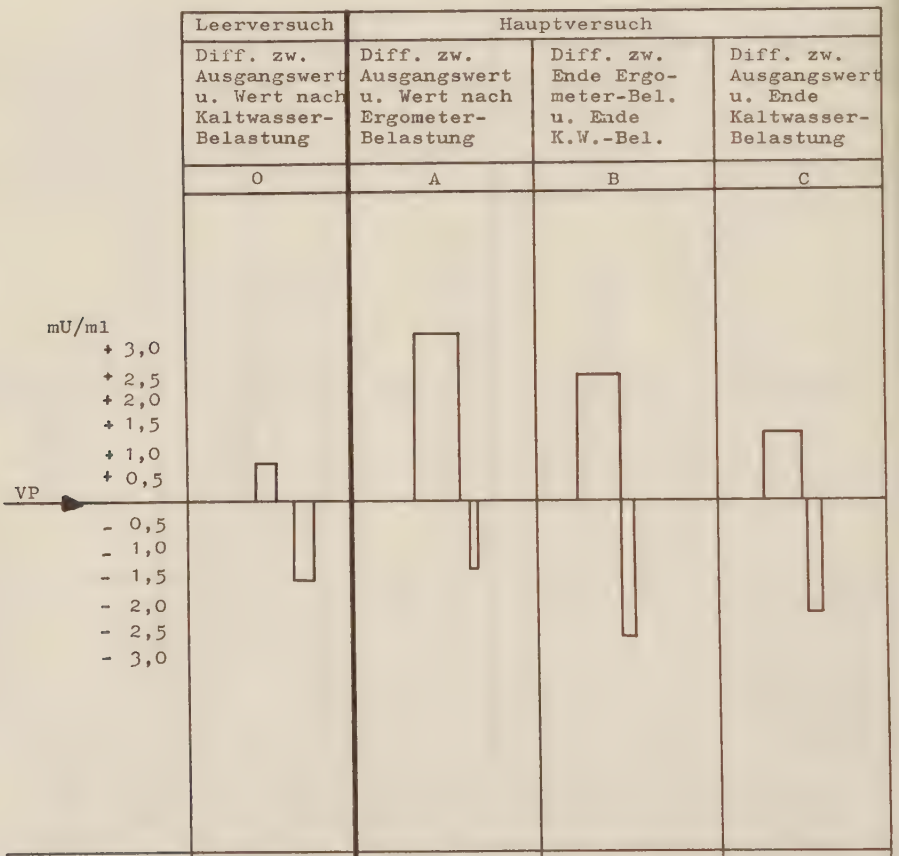
	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Ergometer-Belastung	Diff. zw. Ende Ergometer-Bel. u. Ende K.W.-Bel.	Diff. zw. Ausgangswert u. Ende Kaltwasser-Belastung
	O	A	B	C
Anzahl der VP (Breite)	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -	+ ϕ -
	2 3 6	10 1 1	8 2 1	8 1 2
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	2,6 2,3	2,57 0,5	2,5 2,7	1,3 2,1

Der Leerversuch O zeigt eine mittlere Abnahme. Im Hauptversuch zeigte sich nach Ergometer-Belastung B eine starke Zunahme, die nach anschließender Kaltwasser-Belastung auf eine mittlere, im Gesamtdurchschnitt C des Hauptversuches auf eine leichte Zunahme absank.

Tabelle II

G. ENZYME: SGPT Serum-Glutamat-Pyruvat-Transaminase

Breite der Kästchen: Zahl der Versuchspersonen, deren SGPT zu- bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der SGPT.



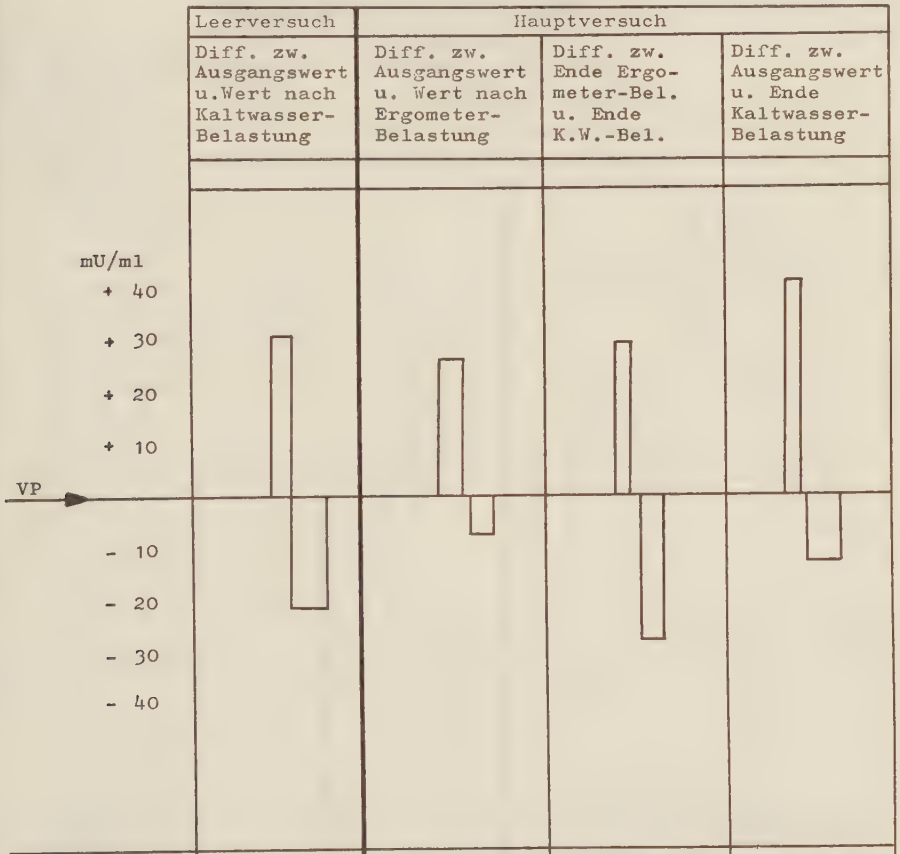
	O			A			B			C		
	+	Ø	-	+	Ø	-	+	Ø	-	+	Ø	-
Anzahl der VP (Breite)	4	4	4	9	2	1	9		3	8	1	3
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	0,8		1,5	3,3		1,3	2,4		2,5	2,1		1,2

Die Veränderungen gleichen praktisch denen bei der SGOT.

Tabelle II

3. ENZYME: LDH Lactat-Dehydrogenase

Breite der Kästchen: Anzahl der Versuchspersonen, deren LDH zu- bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der LDH.



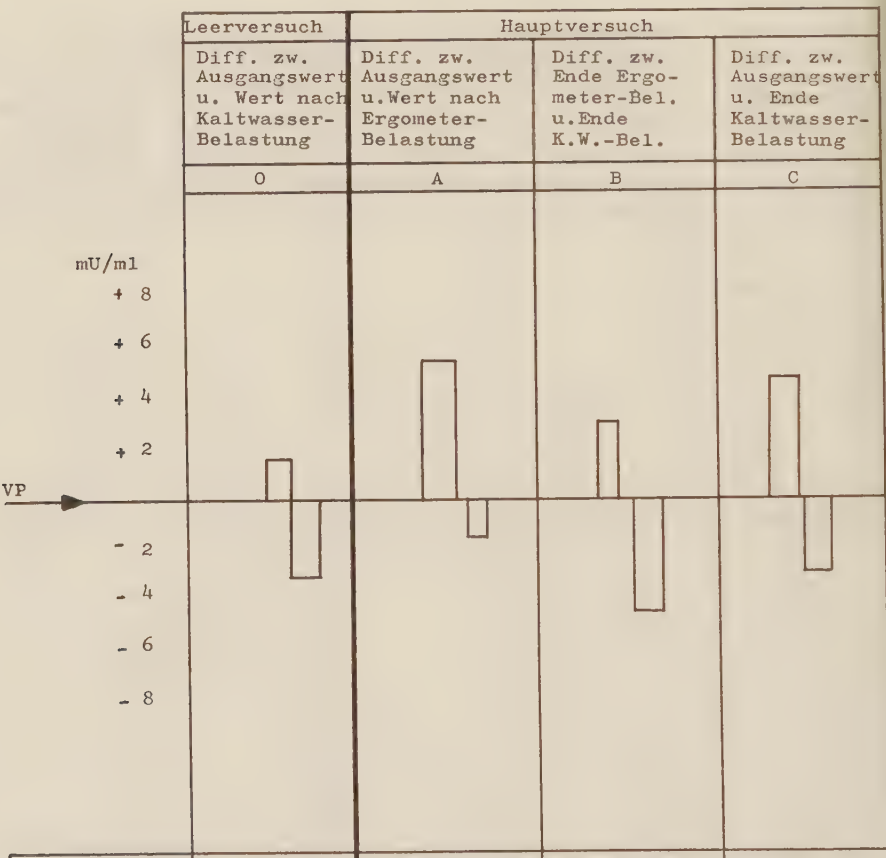
	Leerversuch			Hauptversuch								
	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Kaltwasser-Belastung			Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Ergometer-Belastung			Diff. zw. Ende Ergometer-Bel. u. Ende K.W.-Bel.			Diff. zw. Ausgangswert u. Ende Kaltwasser-Belastung		
Anzahl der VP (Breite)	+ 4	ϕ	- 7	+ 5	ϕ 1	- 5	+ 3	ϕ 2	- 5	+ 3	ϕ 1	- 7
Betrag d. durchschn. Differenz (Höhe)	31,1		20,8	26		7,5	30		26,7	41,3		12,9

Die Veränderungen sind nicht sehr ausgeprägt. Im Leerversuch O überwiegt leichte Abnahme, im Hauptversuch bei A halten sich Zu- und Abnahme die Waage, bei B und C überwiegt wieder leichte Abnahme.

Tabelle II

G. ENZYME: Alkalische Phosphatase

Breite der Kästchen: Anzahl der VP, deren alkalische Phosphatase zugenommen bzw. abgenommen hatte.
Höhe der Kästchen: Durchschnittliche Zunahme (nach oben) bzw. Abnahme (nach unten) der alkalischen Phosphatase.



	O			A			B			C		
Anzahl der VP (Breite)	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-	+	ϕ	-
	5		6	6	2	4	3	3	6	6	1	5
Betrag der durchschn. Differenz (Höhe)	1,5		3,1	5,3		1,75	2,9		4,2	4,82		3

Im Leerversuch überwiegt leichte Abnahme, im Hauptversuch nach Ergometer-Belastung A eine mittlere Zunahme, nach Kaltwasser-Belastung B eine mittlere Abnahme, im Gesamtdurchschnitt C des Hauptversuches eine mittlere Zunahme.

Tabelle III

ÜBERSICHT ÜBER SÄMTLICHE ZWISCHEN- UND ENDERGEBNISSE DES LEER- UND HAUPTVERSUCHES

	Leerversuch	Hauptversuch		
	Diff. zw. Ausgangswert u. Wert nach Kaltwasser-Belastung	Diff. zw. Ausgangswert u.Wert nach Ergometer-Belastung	Diff. zw. Ende Ergo-meter-Bel. u. Ende K.W.-Bel.	Diff. zw. Ausgangswert u. Ende Kaltwasser-Belastung
	O	A	B	C
A. HAUTTEMPERATUREN				
Stirn	+	+	++	+++
Oberarm	-	+	+	-
Unterarm	-	Ø	-	-
Daumen	++	+++	+++	+++
Thorax	+	-	+	Ø
Epigastrium	-	Ø	-	-
Oberschenkel	-	-	+	+
Unterschenkel	---	--	Ø	---
Sublingual.....	++	---	+++	++
B. HERZ-KREISLAUF-SYSTEM				
Blutdruck systolisch	Ø	+++	---	Ø
RR diastolisch	Ø	--	++	Ø
RR-Amplitude.....	Ø	+++	---	Ø
Pulsfrequenz	Ø	++	--	Ø
C. BLUTBILD				
Hämoglobin.....	-			--
Hämatokrit	Ø			Ø
Erythrocyten	Ø			+
Leukocyten	Ø			+
Stabkernige	Ø			+++
Segmentkernige	Ø			+++
Lymphocyten	Ø			---
Monocyten	+			+
Eosinophile	++			--
D. GESAMTEIWEISS	-	+++	-	+++
E. FETTE				
Cholesterin.....	-	--	-	-
ß-Lipoproteide.....	Ø	Ø	-	+
F. ELEKTROLYT: Chlor	-	--	++	++
G. ENZYME				
SGOT.....	--	+++	++	+
SGPT	--	+++	++	+
LDH	-	Ø	-	-
Alkal.Phosphatase .	-	++	--	++

Bedeutung der Zeichen

+++ starke Zunahme
++ mittlere Zunahme
+ leichte Zunahme
--- starke Abnahme
-- mittlere Abnahme
- leichte Abnahme
Ø keine eindeutige Veränderung

V. DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, inwieweit sich einerseits ein Körperteilbad (Fußbad von 15°C beider Füße bis Knöchelhöhe 15 Minuten lang) allein auf den Organismus (Hauttemperatur, Herz-Kreislauf-System, Blutbild, Gesamteiweiß, Fett, Chlor und Enzyme) auswirkt. Andererseits wurde untersucht, wie sich obige Parameter unter einer mit einer körperlichen Arbeit kombinierten Kaltwasser-Belastung verhalten. Die körperliche Arbeit bestand aus 5minütigem Treten am Fahrrad-Ergometer.

Die Belastung mit kaltem Wasser allein stellte den Leerversuch am ersten Tag dar. Die kombinierte Belastung stellte den Hauptversuch am zweiten Tage dar.

Im folgenden werden die einzelnen Parameter diskutiert.

A. Hauttemperatur:

Die einzelnen Hautstellen zeigten, abgesehen vom Oberschenkel, am Ende des Leer- und Hauptversuches eine gleichsinnige Veränderung.
Ein Anstieg war zu verzeichnen an Stirn, Daumen und sublingual, ein Abfall an Oberarm, Unterarm, Epigastrium und Unterschenkel. Es ist anzunehmen, daß diese Vasokonstriktionen und -dilationen auf einfachen physikalischen Regelmechanismen beruhten [S. 8 u. S. 10 (21)]. Hinweise für chemische Temperaturregulation ließen sich auf Grund eines fehlenden Muskelzitterns, einer unveränderten Pulsfrequenz und fehlender Zunahme des systolischen Blutdruckes nicht finden [S. 7 (13)].

Der Anstieg der Sublingualtemperatur erbrachte Hinweise für eine Temperaturerhöhung im Körperkern.

Ein uneinheitliches Bild bot sich an der Thoraxhaut, insofern die eine Personengruppe einen Temperaturanstieg zeigte, eine andere, zahlenmäßig gleiche einen Temperaturabfall, und in einer dritten, kleineren Gruppe die Temperatur unverändert blieb.

Am Oberschenkel zeigte sich bei der Mehrzahl der Personen im Leerversuch ein Temperaturabfall. Verständlich wegen der räumlichen Nähe des Oberschenkels zum Fußbad. Am Ende des Hauptversuches dagegen, fiel bei der Mehrzahl der Versuchspersonen ein Temperaturanstieg auf. Dieser rührte noch von der vorausgegangenen Muskelarbeit her.

B. Herz-Kreislauf-System

Das Herz-Kreislauf-System, untersucht am systolischen und diastolischen Blutdruck, an Blutdruck-Amplitude und Puls verhielt sich am Ende des Leerversuches und am Ende des Hauptversuches gleich. An keinem der beiden Versuchstage zeichnete sich eine eindeutige Zu- oder Abnahme ab, sondern ein etwa gleichgroßer Anteil von Versuchspersonen reagierte mit Zunahme bzw. Abnahme, ein kleiner Anteil von Versuchspersonen reagierte gar nicht.

C. Blutbild:

Der Hämatokrit zeigte am Ende des Leerversuches und am Ende des Hauptversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen einen geringfügigen Anstieg.

Das Hämoglobin zeigte am Ende des Leerversuches bei einer gleichgroßen Anzahl von Versuchspersonen einen Anstieg bzw. Abfall. Am Ende des Hauptversuches dagegen war bei einer geringen Mehrzahl von Versuchspersonen ein Abfall zu verzeichnen.

Die Erythrocyten zeigten nach dem ersten Versuchstag bei einer ungefähr gleichgroßen Gruppe von Versuchspersonen eine Zu- bzw. Abnahme. Am Ende des zweiten Versuchstages überwog leicht die Personengruppe mit Zunahme.

Die Leukocyten zeigten am Ende des Leerversuches bei der Hälfte der Versuchspersonen eine Zunahme, bei der anderen Hälfte eine Abnahme. Am Ende des Hauptversuches überwog leicht die Personengruppe mit der Zunahme. Diese Zunahme der Gesamtleuko-

cyten nach dem Hauptversuch beruhte auf einer Zunahme der Stabkernigen, Segementkernigen und Monocyten. Die Lymphocyten und Eosinophilen waren am Ende des Hauptversuches abgefallen.

Am Ende des Leerversuches ließ sich am Differentialblutbild keine einheitliche Tendenz ablesen.

D. Gesamteiweiß:

Das Gesamteiweiß war am Ende des Leerversuches bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen angestiegen, bei der anderen abgefallen. Am Ende des Hauptversuches überwog die Personengruppe mit Zunahme.

E. Fette:

Das Cholesterin fiel am Ende des Leerversuches wie auch am Ende des Hauptversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen ab.

Bei den ß-Lipoproteiden war am Ende des Leerversuches bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen eine Zunahme zu verzeichnen, bei der anderen Hälfte eine Abnahme. Am Ende des Hauptversuches überwog bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine Zunahme.

F. Elektrolyt Chlor:

Der Elektrolyt Chlor zeigte am Ende des Leerversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine Abnahme. Am Ende des Hauptversuches dagegen überwog Zunahme.

G. Enzyme:

Bei der SGOT überwog am Ende des Leerversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine Abnahme. Am Ende des Hauptversuches dagegen überwog eine leichte Zunahme.

Bei der SGPT reagierte ein Drittel der Versuchspersonen am Ende des Leerversuches mit Zunahme, ein Drittel bleib unverändert und ein Drittel reagierte mit Abnahme. Am Ende des Hauptversuches stieg die SGPT wie die SGOT bei der Mehrzahl der Versuchspersonen an.

Die LDH war am Ende des Leerversuches wie auch am Ende des Hauptversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen abgefallen.

Die alkalische Phosphatase war am Ende des Leerversuches wie auch am Ende des Hauptversuches bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen angestiegen, bei der anderen Hälfte abgefallen.

Die Ergebnisübersicht (Tabelle III, S. 57) zeigt, daß am Ende des Hauptversuches in Teilbereichen der Hauttemperatur (Stirn, Daumen, Unterschenkel und sublingual), in Teilbereichen des Blutbildes (Stabkernige, Segmentkernige, Lymphocyten und Eosinophile), beim Gesamteiweiß und Chlor sowie der alkalischen Phosphatase deutliche Zu- bzw. Abnahmen zu verzeichnen gewesen waren. Bei anderen Teilbereichen der obigen Parameter dagegen waren die Werte nach Abschluß des Hauptversuches bei einem Teil der Versuchspersonen angestiegen und bei einem etwa gleich großen Anteil abgefallen. Dieses Verhalten galt auch besonders für das Herz-Kreislauf-System, bei dessen Untersuchung weder nach dem Leer- noch nach dem Hauptversuch eine durchschnittliche Veränderung zu verzeichnen war, da jeweils bei etwa der Hälfte der Versuchspersonen die Werte angestiegen und bei der anderen Hälfte abgefallen war. Gar keine Wertveränderungen vor und nach Belastung im Leer- und Hauptversuch wurden selten notiert.

Daraus ergibt sich einerseits, daß sich im Organismus schon unter Einwirkung von kaltem Wasser zusammen mit körperlicher Arbeit so milder Form wie bei der vorliegenden Untersuchung, Reaktionen zur Anpassung abspielen. Andererseits können die hier gewonnenen Ergebnisse jedoch wegen der häufig zu verzeichnenden entgegengesetzten Reaktionen innerhalb der relativ kleinen Versuchsgruppe noch nicht als repräsentativ für einen Arbeitsplatz mit Naßarbeit gelten. Um endgültige Aussagen für einen solchen treffen zu können, müßte die Untersuchung obiger Parameter unter Arbeitsplatzbedingungen wiederholt werden, d.h. es müßte ein großes Kollektiv während mehrerer Arbeitstage am Arbeitsplatz laufend untersucht werden. Eine technische Erleichterung zur Bestimmung der Hauttemperatur und des Pulses wäre durch Anwendung telemetrisch messender Apparaturen gegeben, mit denen auch laufend die Herz- und Hirnstromkurven abgeleitet werden können. Solche Untersuchungen sind im Tübinger Institut für Arbeitsmedizin geplant. Dasselbe Kollektiv müßte anschließend in größeren Zeitabständen kontrolliert und auf Krankheiten und Spätschäden nachuntersucht werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde die Wirkung von kaltem Wasser allein und in Kombination mit körperlicher Arbeit auf das Vegetativum des Menschen untersucht.

Zu diesem Zweck wurden zwölf gesunde männliche Versuchspersonen im Alter zwischen 20 und 26 Jahren an zwei verschiedenen Versuchstagen einbestellt. Am ersten Tag erfolgte eine Belastung mit Wasser allein (15minütiges Fußbad beider Füße bis Knöchelhöhe in Wasser von 15°C); am zweiten Tag erfolgte eine kombinierte Belastung mit zunächst einer körperlichen Arbeit (5 Minuten Fahrrad-Ergometer mit 750 kpm) und anschließend einem Fußbad wie am ersten Tag. Untersucht wurden:

A. Hauttemperatur
B. Herz-Kreislauf-System
C. Blutbild
D. Gesamteiweiß
E. Fette
F. Elektrolyt Chlor
G. Enzyme

Folgende Ergebnisse wurden gefunden:

1. Nach Haupt- und Leerversuch zeigten die verschiedenen Hautbezirke, abgesehen vom Oberschenkel, gleichsinnig eine Vasokonstriktion bzw. Vasodilation entsprechend einfacher physikalischer Regelmechanismen. Hinweise für einen Anstieg der Körpertemperatur brachte die erhöhte Sublingualtemperatur. Uneinheitlich verhielt sich die Thoraxhaut. Die Haut des Oberschenkels kühlte sich nach dem Fußbad allein ab, blieb aber am Ende der kombinierten Belastung durch die vorausgegangene Muskelarbeit wärmer.

2. Das Herz-Kreislauf-System reagierte im Leer- und Hauptversuch mit keiner durchschnittlichen Veränderung, da

jeweils bei der Hälfte der Versuchspersonen die Werte angestiegen und bei der anderen Hälfte der Versuchspersonen die Werte abgefallen waren.

3. Beim Hämatokrit war nach Ende des Haupt- und Leerversuches ein geringfügiger Anstieg zu verzeichnen. Das Hämoglobin und die Erythrocyten dagegen reagierten uneinheitlich. Beim ersten war am Ende des Hauptversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen ein Abfall zu verzeichnen, beim letzten eine Zunahme. Im weißen Blutbild stiegen nach dem Hauptversuch die Leukocyten durch eine deutliche Zunahme der Stabkernigen, Segmentkernigen und Monocyten an. Die Lymphocyten und Eosinophilen waren abgefallen.

4. Das Gesamteiweiß zeigte nach dem Ende des Hauptversuches eine deutliche Zunahme.

5. Beim Cholesterin konnte am Ende des Hauptversuches bei der Mehrzahl der Versuchspersonen eine Abnahme, bei den ß-Lipoproteiden eine Zunahme verzeichnet werden.

6. Ebenfalls angestiegen war der Elektrolyt Chlor.

7. Unter den Enzymen waren die SGOT und SGPT am Ende des Hauptversuches angestiegen, die LDH abgefallen und die alkalische Phosphatase teils angestiegen teils abgefallen.

8. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der menschliche Organismus unter den in der Arbeit gewählten Versuchsbedingungen zu Anpassungsreaktionen gezwungen wurde, welche teilweise eine ausgeprägte Tendenz aufwiesen, teilweise aber auch innerhalb des untersuchten Personengutes gegensinnig abliefen. Deshalb sollten zur endgültigen Beurteilung der Auswirkung von Naßarbeit dieselben Parameter an einem großen Arbeiterkollektiv sowohl unter Arbeitsplatzbedingungen als auch während Langzeitbeobachtungen kontrolliert und nachuntersucht werden.

LITERATURVERZEICHNIS

1. AMELUNG, W. und A. EVERS: Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. Stuttgart: Friedrich-Karl-Schattauer-Verlag 1962

2. ASCHOFF, J.: Einige allgemeine Gesetzmäßigkeiten physikalischer Temperaturregulation. Pflügers Archiv 249, 125-136 (1947)

3. ASCHOFF, J.: Zur Regulationsbreite der physikalischen Temperaturregulation. Pflügers Archiv 249, 137-147 (1947)

4. ASCHOFF, J.: Die Extremitäten als Effektoren der Temperaturregulation. Wiener med. Wochenschrift 108, 404-409 (1958)

5. BENEDICT, F.G.: Die Temperatur der menschlichen Haut XXIX Erg. Phys. 24, 594-617 (1925)

6. CREMER, H., H. REICHEL und K. KRAMER: Über die chemische Veränderung des Blutes während allgemeiner Auskühlung. Klinische Wochenschrift 23, Heft 21/26, 210-212 (1944)

7. GEIGER, E.: Versuche über die Beziehung zwischen den wärme- und blutzuckerregulatorischen Einrichtungen Naunyn-Schmiedebergers Archiv 121, 67-82 (1927)

8. GERTLER, W.: Praktische Dermatologie Leipzig: Edition Leipzig 1965

9. GNUTZMANN, J.: Wirkung von Licht auf das Vegetativum des Menschen. Tübingen: Institut für Arbeitsmedizin 1972

10. GOTTRON, H.: Dermatologie und Venerologie Bd. 1 Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1961

11. GROBER, I. und E. STIEVE: Handbuch der physikalischen Therapie Bd. 1 Stuttgart: Gustav Fischer Verlag 1966

12. GROSSE - BROCHHOFF, F. und W. SCHÖDEL: Über die Änderungen der Erregbarkeit von Atem- und Kreislaufzentren bei rascher Abkühlung. Pflügers Archiv 246, 664-674 (1943)

13. GROSSE - BROCKHOFF, F. und W. SCHÖDEL: Das Bild der akuten Unterkühlung im Tierexperiment. Naunyn-Schmiedebergers Archiv 201, 417-442 (1943)

14. IPSEN, I.: Hauttemperaturen Leipzig: Georg Thieme Verlag 1936

15. JADASSOHN, J.: Physiologie der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Berlin: Verlag von Julius Springer 1929

16. KILLIAN, H.: Der Kälteunfall, allgemeine Unterkühlung. München-Deisenhofen: Dustri-Verlag 1966

17. KRAMER, K. und H. REICHEL: Die Grenzen der chemischen Wärmeregulation Klinische Wochenschrift 23, Heft 21/26

18. KROETZ, CH.: Zur Kenntnis der Wirkungen des kalten Vollbades. (Sein Einfluß auf Blut- und Harnreaktion, Serumsalze, Diurese). Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin 52, 760-769 (1926)

19. LUBAN - PLOZZA, B. und W. PÖLDINGER: Der psychosomatisch Kranke in der Praxis. Erkenntnisse und Erfahrungen 2. Aufl. Basel: Editiones "Roche" 1972

20. MARK, R.E.: Vegetative Reaktionen der Haut bei inneren Erkrankungen. Acta neurovegetiva XVIII, 388-395 (1958)

21. MONNIER, M.: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems Bd. 2 Stuttgart: Hippokrates 1963

22. REIN, H. und SCHNEIDER, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen
Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag 1960

23. VALENTIN, H.: Die Bedeutung der Arbeits- und Sozialmedizin für die Sozialpolitik.
Nach Vorträgen im Institut für Sozialpolitik und Arbeitsrecht e.V. 5. Folge, Heft 4,1966

24. WINTERNITZ, R.: Untersuchung für das Verhalten des Stoffwechsels bei Unterkühlung.
Archiv für experimentelle Pathologie 33, 286-304 (1894)

L E B E N S L A U F

Am 11. Dezember 1944 wurde ich, Charlotte Mechthild Gertrud Häußer geb. Einsele, in Tübingen als Tochter des Arztes Dr. Friedrich Einsele und seiner Ehefrau Gertrud geb. Oettle, geboren.

Von 1952 bis 1956 besuchte ich die Grundschule in Nürtingen und anschließend bis 1965 das dortige Gymnasium.

Das Studium der Medizin in Tübingen schloß sich an. 1966 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung ab, 1968 die ärztliche Vorprüfung sowie am 30. Juli 1971 das medizinische Staatsexamen.

Im Jahr 1970 schloß ich die Ehe mit dem Arzt Dr. Hans-Holger Häußer.

1973 erhielt ich meine Approbation.